Anat. 361

<36611101760018

<36611101760018

Bayer. Staatsbibliothek

Anzeige v. M. N. Z. 98. August. S. 508.
Auszug, i. d. Medicin. Nationalzeitung. Sept
1798. S. 263 — 266. Supplbd
Anzeige in Voigts Mag. d. Nat. Kunde. I. 3.
1798. S. 181 — 183.
Recens. Hartenkeil's Med. chir. Zeitung
1799. II. (No. 41. 23. May.) S. 273 – 28
" " Baldinger's neues

Anat. 361.

Beweis, daſs ein beſtändiger GALVANISMUS den Lebensproceſs in dem Thierreich begleite.

Nebst
neuen Versuchen und Bemerkungen über
den Galvanismus.

R

Von
Johann Wilhelm Ritter,
Mitglied der naturforschenden Gesellschaft zu Jena.

Ritter
Galvanismus

Mit Kupfern.

Weimar,
im Verlage des Industrie-Comptoirs.
1798.

30 BS dir J. W. Ritter.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Den

groſsen Männern

F. A. von Humboldt

und

A. Volta.

Bedarf es, Würdige Männer! noch einiger Entschuldigung, daſs ich es wage, Ihnen nachfolgende Blätter zu überreichen? Wer war es doch, der die Hinlänglichkeit thierischer Theile allein für Hervorbringung von Thätigkeit unter der bekannten Form des Galvanismus, und den Einfluſs dieser Thätigkeit auf den Zustand thierischer Organe, überzeugender und mannichfaltiger darthat, als Sie, erhabener Teutscher! Wer drang tiefer in die Gesetze ein, die dieser Thätigkeit ihren Weg bestimmen, als Sie, auf den Italien stolz ist! Sie beide waren es also, welche den Grund legten zu dem Resultat, was folgende Bogen vorzüglich angeben, Ihnen also, nicht mir, gehört es an, und ich erfülle meine Schuldigkeit, indem ich dankbar zurückgebe, was ich von Ihnen geliehen hatte. Möchte doch dieser

ser Gegenstand unter meinen Händen nichts von der Würde verlohren haben, die er durch Sie erhielt. Möchte das Wenige, was ich hinzuthat, Ihrer Beurtheilung werth seyn. So würde mein Wunsch erfüllt, und bestimmter als je für mich entschieden werden, ob ich es wagen dürfe, die Natur ferner zu fragen.

J. W. Ritter.

Inhalt.

Einleitung. Seite VII.

Erste Abtheilung.

Aufführung der bey dem Galvanismus vorkommenden Erscheinungen, und Entwickelung der Gesetze, denen diese Erscheinungen folgen.

Seite

§. 1. Ein gemeiner Galvanischer Versuch. 3

§. 2. Leiter und Nichtleiter des Galvanismus. 4

§. 3. Nähere Bestimmung der Leiter und Nichtleiter des Galvanismus. 5

§. 4. Mancherley Weisen, wie reizbare Organe dem Galvanismus mit Erfolg unterworfen werden können. 6

§. 5. Erste Bedingung für Herstellung wirksamer Galvanischer Ketten. 7

§. 6. Gewöhnliche Eintheilung der Leiter des Galvanismus in Excitatoren und Conductoren; — alle Leiter sind beides zugleich. 9

§. 7

Seite

§. 7. Bemerkungen über die künstliche Erhöhung und Herabstimmung der Reizbarkeit. 12

§. 8. Unwirksame Galvanische Ketten ohne vorhandene Nichtleiter, und Umwandlung derselben in wirksame durch Veränderung der relativen Folge der Leiter auf einander. 21

§. 9. Gesetz für die Bedingungen, unter denen eine ganz und aus heterogenen Leitern des Galvanismus zusammengesetzte Kette dennoch unwirksam ist. 23

§. 10. Gesetze für die Bedingungen, unter denen wirksame Galvanische Ketten überhaupt statt haben. 26

§. 11. Übereinstimmung der aufgefundenen Gesetze mit den Voltaischen, und Vertheidigung derselben gegen die Einwürfe des Herrn von Humboldt. 33

§. 12. Beobachtung über die Richtung der Action in der Galvanischen Kette, und merkwürdige Bestimmung derselben durch die chemische Qualität der Leiter. 46

§. 13. Beobachtung über die Gröſse der Actionen und Meſsung derselben. Allgemeiner Ausdruck für die Gröſse der wirklichen Action in einer Galvanischen Kette, und ihre Richtung. 65

§. 14. Allgemeine Bemerkung über das Wenn der Erscheinung der Contraction Galvanisch gereizter Organe. 76

§. 15. Wirkung des Galvanischen Reizes auf die Sinneswerkzeuge, und zwar zuerst auf das Geschmacksorgan. Entgegengesetzter Geschmack. Fortdauer des Geschmacks während der Existenz der Kette. 78

§. 16. Wirkung des Galvanischen Reizes auf das Gesichtsorgan. Entgegengesetzte Lichtzustände. Fortdauer derselben, während daſs die Kette geschlossen bleibt. Beständige Licht-Temperatur des Auges. 84

Seite

§. 17. Sonderbare Wirkung des Galvanismus auf das Geruchsorgan. Unbedeutende auf das Gehörsorgan als solches. Wirkung desselben auf das Gemeingefühl. 95

§. 18. Fortdauer durch Galvanismus bewirkter Empfindung, während daſs die Kette geschlossen bleibt. Folgerung daraus über die Fortdauer der Wirkung in der Galvanischen Kette. 103

§. 19. Bestätigung der Fortdauer der Wirkung in der Galvanischen Kette durch neuere Beobachtungen an von dem organischen Ganzen abgetrennten thierischen Theilen. 104

§. 20. Fortsetzung der Beweise für die nach der Schlieſsung fortdauernde Wirkung in der Galvanischen Kette. Entgegengesetzte Modificationen der Nervenreizbarkeit durch Einwirkung des Galvanismus in geschloſsnen Ketten auf die in ihnen befindlichen reizbaren Nerven. Oft zu bemerkende Fortdauer von Contractionen während dem Geschlossenseyn der wirksamen Kette. 119

§. 21. Beweis für die Fortdauer der Wirkung in Galvanischen Ketten aus bloſs thierischen Theilen. Allgemeiner Satz über die fortdauernde Wirkung in jeder wirksamen Kette. 133

§. 22. Beweis, daſs bey jeden, auch den höchsten Graden von Erregbarkeit, ein mit diesen im umgekehrten Verhältniſs sich änderndes endliches Quantum von Action in der Galvanischen Kette zu der Erregung der mit ihr in Verbindung stehenden Organe nöthig ist, und daſs es kleine Actionsgrade giebt, die ohne Begleitung von Muskelbewegung dennoch und dauernd in der Kette vorhanden seyn können. 139

Zweyte Abtheilung.

Resultate aus den Resultaten der vorigen Untersuchungen.

§. 23. Wiederholung der Bedingungen für die Wirksamkeit des Galvanismus. 155

Inhalt.

Seite

§. 24. Wiederfindung dieser Bedingungen im thierischen Körper. 157

§. 25. Einige Winke über das, was sich daraus als Erklärungsgrund mancher Erscheinungen in der thierischen Öckonomie ergeben könnte. 159

§. 26. Hat auch Action in Ketten, unter deren Gliedern keine thierische Theile sind, statt? 167

§. 27. Welches ist das Verhältniſs des Galvanismus zur Electricität, und beider zu der Chemie? 172

§. 28. Beschluſs. 173

Einleitung.

Es ist allgemein bekannt, daſs seit sieben Jahren eine der gröſsten physiologischen Entdeckungen die Aufmerksamkeit aller Naturforscher auf sich zog, — ich meine die von *Galvani*, Professor der Anatomie zu Bologna, gemachte, über die sogenannte *thierische Electricität*. Es möchte aber auch nicht leicht einen Gegenstand geben, dessen Untersuchung, vorerst dem Physiologen, wichtiger wäre, als gerade dieser. Denn, wer ist gleichgültig dabey, wenn er die Möglichkeit erblickt, vielleicht über das Wie seiner physischen Existenz nähere Belehrung zu bekommen? — Und diese verspricht die Natur wirklich in den Antworten auf die Fragen, welche man bisher an sie that. Ja oft sagte sie uns mehr, als wir anfangs von ihr erfahren zu können glaubten, und ihr für solche Fälle ein gefälliges Ohr zu reichen, muſs der Naturforscher aufs möglichste bemüht seyn.

Die zufällige Auffindung einiger Umstände, die auch für die Chemie der sogenannt leblosen Natur von Wichtigkeit zu seyn schienen, veranlaſste mich, einige im Anfang ohne sonderliche Absicht angefangene Versuche über diesen Gegenstand ernsthafter fortzusetzen. Wenn Entschuldigung überhaupt etwas verbessern könnte, so möchte es welche verdienen, wie ich mich, noch wenig bewandert in dem weiten Gebiet der Naturwissenschaft, besonders als Fremdling in der Arzneykunde, in die Untersuchung eines schon so bearbeiteten Gegenstandes einlassen konnte, ohne zu wissen, ob ich nicht mehr Verwirrung, als Aufhellung, in denselben bringen möchte. Wie oft aber muſste ich auch wirklich meine Schwäche fühlen. Ich stellte Versuche an, verglich sie mit denen anderer, und glaubte in ihnen bald mehr, bald weniger zu finden, als wirklich in ihnen war; dieſs muſste nothwendig zu Irrthümern führen, die neue zur Folge hatten, und so fort. Wie treffend auf alle Hypothesen sagt der berühmte *Fontana*: „Die angebohrne Begierde, alles zu wissen, macht, daſs wir alles zu erklären suchen. Wenn wir eine Wirkung nach Anwendung einer gewissen Substanz hervorgebracht sehen, so suchen wir alsobald zu erfahren, ob nichts in ihr ist, was uns einigermaſsen zur Erklärung der Wirkung dienen könne, und bekümmern uns wenig darum, ob die Ursache, so wir entdeckten, mit der hervorgebrachten Wirkung in Verhältniſs stehe oder nicht.“ Und an einem andern Ort: „Wenn es ein Uebel ist, eine Wahrheit nicht zu wissen, so ist es ein noch gröſseres Uebel, an einen Irrthum zu glauben. Man

giebt

giebt sich keine Mühe, irrige Folgen aus Dingen herzuleiten, die man nicht weiſs, aber Irrthümer verleiten uns nothwendig in neue Irrthümer. Es ist also viel besser, eine Wahrheit nicht zu wissen, als einen Irrthum zu wissen.“

Ich bemühte mich daher, alle Versuche und die daraus gezogenen Resultate einer genauen Prüfung zu unterwerfen, verwarf alle Folgerungen, denen andere Thatsachen widersprachen, und empfand es, daſs es schmerzhaft sey, ein schönes hypothetisches Gebäude auf einmal niederstürzen zu sehen. Ich wurde immer kräftiger überzeugt, daſs es nur *Eine wahre* Theorie aller Naturerscheinungen geben könne, und daſs diese alle, auch die kleinsten Umstände erklären müsse. Sobald sich der geringste wahre Widerspruch gegen eine Theorie findet, so kann sie nicht die wahre seyn, man muſs sie verlassen. Aber, etwas muſs sie mit der wahren gemein haben, sonst könnte sie nichts, und je mehr sie mit ihr gemein hat, desto mehr muſs sie zu erklären scheinen.

Wenn nun die Natur überall nach unverbrüchlichen Gesetzen verfährt, oder wie wir gewöhnlich sagen, wenn sie überall consequent handelt, wenn alles, was Product ihrer Thätigkeit ist, für uns Wahrheit seyn muſs, und wenn uns bey aller Naturforschung nur diese Wahrheit zur Grundlage unserer Schlüsse dienen darf, so muſs es *bloſs an uns* liegen, wenn wir auf Widerspruch kommen, *wir* müssen nicht consequent verfahren seyn, denn, aus Wahrem kann nur Wahres folgen, und dieſs mit neuer Wahrheit verbunden, muſs abermals Wahrheit zum Product geben; — und hierin erblicken wir für uns die Möglichkeit, auf die einzig möglich wahre Theorie aller Naturerscheinung, durch sie selbst, geleitet zu werden. Wachsamkeit über seine Thätigkeit muſs also das erste Erforderniſs des Naturforschers, Bekanntschaft mit Thatsachen, mit den Producten der Thätigkeit der Natur, das zweyte, seyn. Das erste uns zu verschaffen, steht in unsrer Gewalt, und das zweyte können wir jeden Augenblick haben. Offen und frey handelt die Natur, ihre Werkstätte hat weder Thüren noch Schlösser, Ruhetag hält sie auch nicht, denn rastlose Thätigkeit ist ihr Character.

Wenn es denn also nichts hilft, Hypothesen auf Hypothesen zu häuffen, wenn ächte Wiſsbegierde durch kein Etwa, kein Vielleicht, kein Es wäre möglich, Es könnte seyn, befriedigt werden kann, so werden wir uns bloſs an die Erfahrung halten dürfen, um jenes Ziel zu erreichen. Bloſs an ihrer Hand werden wir glücklich gehen; verlassen wir sie aber, überlassen uns den Flügeln unsrer Einbildungskraft, so mögen wir zwar angenehm träumen, aber desto unangenehmer erwachen.

Ob zu dieser Betrachtung hier eigentlich der Ort war, oder nicht, entscheide ich nicht. Ich habe sie deſshalb angestellt, um mich im Voraus darüber zu rechtfertigen, wenn man in den folgenden Blättern keine neue Hypothese über unsern Gegenstand, sondern bloſse Erfahrungen und unmittelbare Folgerungen

gen aus ihnen, die eben deſshalb keines weiteren Beweises zu bedürfen scheinen, findet.

Das Hauptsächlichste des hier folgenden machte den Inhalt einer Abhandlung aus, die ich bereits am 29. October vorigen Jahres (1797) in einer Versammlung der *Naturforschenden Gesellschaft* hier *zu Jena* vorlas, und ich würde sie so, wie sie da war, hier erscheinen lassen, wenn nicht die Verbesserung einiger in ihr noch begangenen Fehler und neue seit der Zeit hinzugekommene Entdeckungen ihr eine ganz andere Gestalt nöthig gemacht hätten.

Der Gegenstand dieser Blätter ist einer sehr ernsthaften Behandlung würdig; seine Untersuchung liefert Resultate, die unmittelbare Beziehung auf das Wohl oder Wehe der Menschen haben, ja seine Untersuchung scheint uns sogar auf ein allgemeines bis jetzt noch nicht beachtetes *Naturgesetz* von groſser Wichtigkeit zu leiten. Und ich sollte glauben, dieser Forderung gänzlich entsprochen zu haben, ihn ganz so behandelt zu haben, wie er es verdient? O gewiſs nicht. Aber mein Wille war, das mir möglichste zu leisten; vielleicht, daſs man mein Streben nach Wahrheit nicht ganz verkennt. Aber eben über diesem Streben nach Vollkommenheit bin ich unvollkommener geworden, als es gut war. Ist es kein Fehler, daſs ich gleich in §. 1. in Hinsicht auf das Wenn und den Grad der Contraction nicht ganz das Resultat so hingab, wie es beym ersten gewöhnlich rohen Versuch einzutreten pflegt, daſs ich nur das hingab, was nach Abzug alles des durch gewöhnlich influirende Umstände veranlaſsten, als Resultat des *reinen* Versuchs übrig blieb? Dasselbe kann zum Theil von *Fig.* 11. in §. 8. gelten. War keine systematischere Behandlung von §. 4. bis §. 10. möglich? Keine strengere Deduction der darinn enthaltenen Sätze? — Wie sehr habe ich Ursach zu bitten, das Ganze mehr für einen sehr unvollkommenen *Versuch*, meinen Gegenstand systematisch zu bearbeiten, anzusehen, überall mehr Rücksicht zu nehmen auf den Inhalt, als auf die Form desselben, obschon der erstere auch durch die letzte verliert. Warum aber lieſs ich diese noch so unvollkommene Arbeit schon öffentlich erscheinen; war es nicht Pflicht, sie vorher so viel als möglich zu vervollkomnen? Allerdings! Aber es war auch Pflicht, ein meinen Freunden gegebenes Wort, ihnen ihre Bitte um eine kurze Uebersicht der merkwürdigsten Untersuchungen über unsern Gegenstand, insofern sie besonders zur Begründung des am Ende dieser Bogen aus ihnen gezogenen Resultats beytragen, noch diese Ostermesse zu gewähren. Dieſs und der Umstand, daſs mir nur wenige Nebenstunden zu dieser Arbeit vergönnt waren, das mag vor der Hand statt aller Entschuldigung dienen, die ohnehin nur durch künftige Besserung reell werden kann.

Demohngeachtet glaube ich bitten zu dürfen, aus dem ersten Nicht-gelingen manches Versuches nicht gleich auf das Nicht-so-seyn zu schlieſsen, da ich überall bemüht war, das Resultat so anzugeben, wie es erfolgte, wenn der Versuch ganz rein angestellt wurde. Was aber z. B. nur ein kaum sichtbarer

rer Hauch auf der Fläche, wo experimentirt wird, oder auf den trocken seyn sollenden Körpern der Kette, was ein Fäserchen Muskelfleisch u. s. w., was am unrechten Ort dieses und jenes verbindet, für Einfluſs auf den Erfolg des Versuchs hat, das weiſs jeder Experimentator. — Nur das S. 17. über scheinbare Erhöhung der Nervenreizbarkeit nur wenigen Versuchen zu Folge gesagte muſs ich nicht für allgemein gültig anzusehen bitten, da sich doch in einigen nachher zufällig vorgekommenen Fällen der Erfolg nicht ganz auf bloſs noch vorhandene excitirende Feuchtigkeit reduciren, sondern wirklich eine durch sie in der Nervenfaser gewirkte Veränderung in Rücksicht des Zustandes ihrer Reizbarkeit muthmaſsen zu lassen schien, welches weiter zu untersuchen mir bisher die Zeit nicht erlaubte, was aber im sich völlig bestätigenden Fall dennoch das angegebene Argument, als in dergleichen Versuchen zu beachtend, nicht ändern, viel weniger auf das zu Ende dieser Schrift gezogene Hauptresultat einigen Einfluſs haben, ihm vielmehr angemessen seyn würde.

Was endlich die Aeuſserungen des §. 25 u. 26. betrift, so bitte ich recht sehr, sie *nur* für das, und für weiter nichts zu halten, als was sie seyn sollen, nemlich: für bloſse an sich nichts, sondern nur in sofern etwas geltende Winke, als sie den denkenden Leser auf neue Untersuchungen leiten können, *die ja doch allein* das Ganze in ein helleres Licht setzen können. Es wird auf die Entscheidung meiner Leser und meine Muſse ankommen, ob ich in der Folge dar-

darthue, das manches in den genannten beiden §§. etwas mehr als bloſse Muthmaſsung sey.

Da diese kleine Schrift vielleicht auch Leser erhalten wird, die mit dem Gange der Versuche über unsern Gegenstand nicht bekannt genug sind, so werden mir die damit vertrauteren verzeihen, wenn sie in dem folgenden zugleich die wichtigsten Resultate aus den Versuchen anderer, so weit es für meine Absicht hinreichend war, wiederholt finden, wobey ich aber keinesweges eine vollständige Geschichte und Aufzählung derselben zu erwarten bitte, die theils nicht hieher gehören, und zu der ich anderntheils aus Mangel an Literatur zu unfähig seyn würde; überdieſs ist das durch Herrn *Reinhold's Specimina II de Galvanismo* so gut wie überflüſsig geworden, die erst am Ende meiner Arbeit in meine Hände kommen. — Aus eben den Gründen habe ich vorher die Terminologie, deren ich mich im folgenden bedient habe, erläutert, die aber, wie ich kaum erinnern darf, soweit sie sich von mir herschreibt, blos auf Gültigkeit für diese Blätter Anspruch machen kann, zumal da die bisher üblich gewesenen und selbst hier gebrauchten Begriffe von Reizbarkeit, Reiz, Erregung u. s. w., wie ich — leider! für diese Schrift zu spät — bey einigem Nachdenken fand, und andere gewiſs längst gefunden haben, ohnedieſs noch sehr fehlerhaft, und einer beträchtlichen Umänderung und gröſserer Bestimmtheit fähig sind, die ich ihnen auch ein andermal geben zu können glauben darf, wodurch sich zugleich über so manches mehr Licht verbreiten wird.

Unter

Unter *Muskelreizbarkeit* ist der durch die Gegenwart der innern und äuſsern Bedingungen bestimmte Zustand der Muskelfaser verstanden, unter denen eine durch fremde Ursachen in ihr bewirkte Veränderung der *innern* (dynamischen) Verhältnisse, bey gehöriger Gröſse von einer sichtbaren ſchnell erfolgenden Veränderung der *äuſsern* räumlichen Verhältnisse ihrer Theile zu einander, d. i. mit räumlicher Bewegung, begleitet ist.

Nervenreizbarkeit (in Beziehung auf die Muskelfaser) nenne ich den Zustand der Nervenfaser, bestimmt durch die Gegenwart der inneren nnd äuſseren Bedingungen, unter denen eine durch fremde Einwirkung veranlaſste Veränderung ihrer innern (dynamischen) Verhältnisse, zwar gewöhnlich keine sichtbare — dadurch aber begreiflich noch unerwiesen, gar keine — Ortsveränderung der Theile de~~ſ~~rſelben gegen einander, wohl aber bey noch ungestörtem organischen Zusammenhang mit der noch reizbaren Muskelfaser, nach jener dahin fortgepflanzten inneren Veränderung, in der letzteren eine plötzliche und darum sichtbare Veränderung der räumlichen Verhältnisse ihrer Theile zu einander, zur Begleitung hat.

Empfindlichkeit der Nerven (sensorielle Nervenreizbarkeit) bezeichnet den durch die Gegenwart der innern und äuſsern Bedingungen bestimmten Zustand der Nervenfaser, bey welchem eine durch fremde Ursachen hervorgebrachte Veränderung ihrer innern (dynamischen) Verhältnisse ebenfalls zwar gewöhnlich durch keine sichtbare — was aber ihr wirkliches

liches Daseyn nicht ausschlieſst — Aenderung der räumlichen ihrer Theile gegen einander äuſserlich wahrzunehmen ist, unter der Bedingung aber eines zweckmäſsigen ungestörten organischen Zusammenhangs mit dem Sensorio, dahin propagirt, und empfunden wird.

Reiz nannte man das durch unsere Sinne unmittel- oder mittelbar wahrzunehmende, was sich unter gewissen Bedingungen zu der beschriebenen Veränderung in der reizbaren Nerven- oder Muskelfaser, wie Ursache zu Wirkung verhält.

Die *Thätigkeit*, wodurch dieses Etwas zur Ursache erhoben wird, — denn erst durch Thätigkeit wird es zur Ursache, — welche die genannte Veränderung in der reizbaren Nerven- oder Muskelfaser bewirkt, heiſse, besonders, wenn es auf Vergleichung /u der intensiven Gröſsen dieser Thätigkeiten unter einander ankommt, *Action*.

Von selbst aber, ohne Veranlassung (durch Abänderung seiner Verhältnisse zu anderem, u. s. w.) kann jenes Etwas nicht in Thätigkeit gesetzt werden, oder, wenn es sich bereits darin befände, aus einem bestimmten Grade derselben in einen andern übergehen, kurz jene Thätigkeit nicht bestimmt, nicht modificirt werden; man muſs daher auch ein (wenigstens in dieser Rücksicht von dem ersteren zu unterscheidendes) Etwas, daſs den Reiz zur Thätigkeit weckt, überhaupt Thätigkeit setzt, zugeben. Das Verhältniſs aber des Einen als Bestimmungsgrund von

etwas

etwas Anderem ist bekanntlich der Begriff von *Kraft*.

Die *ganze* Summe der durch jene Action in der reizbaren Nerven- und Muskelfaser veranlaſsten Veränderung könnte man *volles, totales Product der Action oder des Reizes* nennen. Die Veränderung der räumlichen Verhältnisse der Theile der Muskelfaser gegen einander, wenn sie sichtbar wird, heiſst, in dem Falle sich die Theile derselben nach einer oder mehreren Dimensionen einander nähern, *Contraction*, wenn sie sich nach einer oder mehreren Dimensionen von einander entfernen, *Turgescenz*. Bey jeder durch Electricität, Galvanismus u. dergl. bewirkten sichtbaren Veränderung der räumlichen Verhältnisse der Theile der Muskelfaser zu einander hat man *beides zugleich*. — — Die Nöthigkeit der Unterscheidung des totalen Productes der Action von Contraction u. s. w., ergiebt sich schon und besonders daraus, weil die Gröſse der Contraction nicht in genau geradem Verhältniſs mit der Gröſse der Action des Reizes deſshalb stehen kann und wirklich steht, weil bey jeder Temperatur der Reizbarkeit der Muskelfaser es einen bestimmten Grad von Action giebt, unter welchem jede Action, unter übrigens sich mit den vorigen völlig gleich bleibenden Umständen, unwirksam ist. Je höher die Temperatur der Reizbarkeit des Organs, ein desto niederer Grad von Action bestimmt das, was man bey dem Thermometer in Beziehung auf das Fest- oder Flüſsigwerden des Wassers den Gefrierpunkt nennt. Je niederer hingegen die Temperatur der Reizbarkeit des Organs, ein desto höherer Grad von Action bezeichnet diese Grenze. (Den Beweis dafür s. §. 22.)

Eine in sich selbst zurücklaufende Reihe von Körpern nennt man, vorzüglich bey Anstellung physikalischer Versuche, eine *Kette*, und die einzelnen Theile derselben ihre *Glieder;* in so fern solche gemacht wird, um gewisse von *Galvani* entdeckte und andere damit zusammenhängende Erscheinungen an der reizbaren thierischen Faser, unter gewissen Umständen, zu untersuchen, heiſst sie eine *Galvanische Kette*, und ihre Theile, *Glieder der Galvanischen Kette.*

Galvanische Versuche nun nennt man vorerst und hauptsächlich solche, wo durch bloſse Schlieſsung und Trennung einer Kette, zusammengesetzt aus Gliedern von bestimmter Qualität, und nach bestimmter Ordnung, aus Gliedern, unter denen sich

der

der Nerv mehr oder weniger, oder der Muskel eines reizbaren Organs, oder beide zugleich befinden, eine, sich zur erregten Reizbarkeit wie Ursach zu Wirkung verhaltende Thätigkeit (Action) bestimmt wird, die sich auf keine von den bisher bekannten sogenannten mechanischen, physischen oder chemischen zurückführen zu lassen schien. Das nannte man *Galvanische Versuche mit Kette.* — Nachher fand man, daſs bey sehr hohen Graden von Reizbarkeit des Organs schon dadurch jene zur Contraction nöthige Veränderung der innern (dynamischen) Verhältnisse der Muskelfaser bestimmt werde, wenn, indem der Nerve des reizbaren Theils mit dem äuſseren Gliede einer mehr oder minder zusammengesetzteren ungeschlossenen Reihe von Körpern von bestimmter Qualität in zweckmäſsiger Verbindung stand, diese unter einander in wechselseitige Berührung traten, ohne dabey eine in sich selbst zurücklaufende Körperreihe, d. i. eine Kette, zu bilden. Diese nannte man *Galvanische Versuche ohne Kette.*

Das sich in diesen Versuchen zu jener Veränderung wie Ursach zu Wirkung verhaltende nannte man, ohne mit dem Namen entweder falsche (wie z. B. bey: Metallreiz,) oder zum Theil bisher noch

uner-

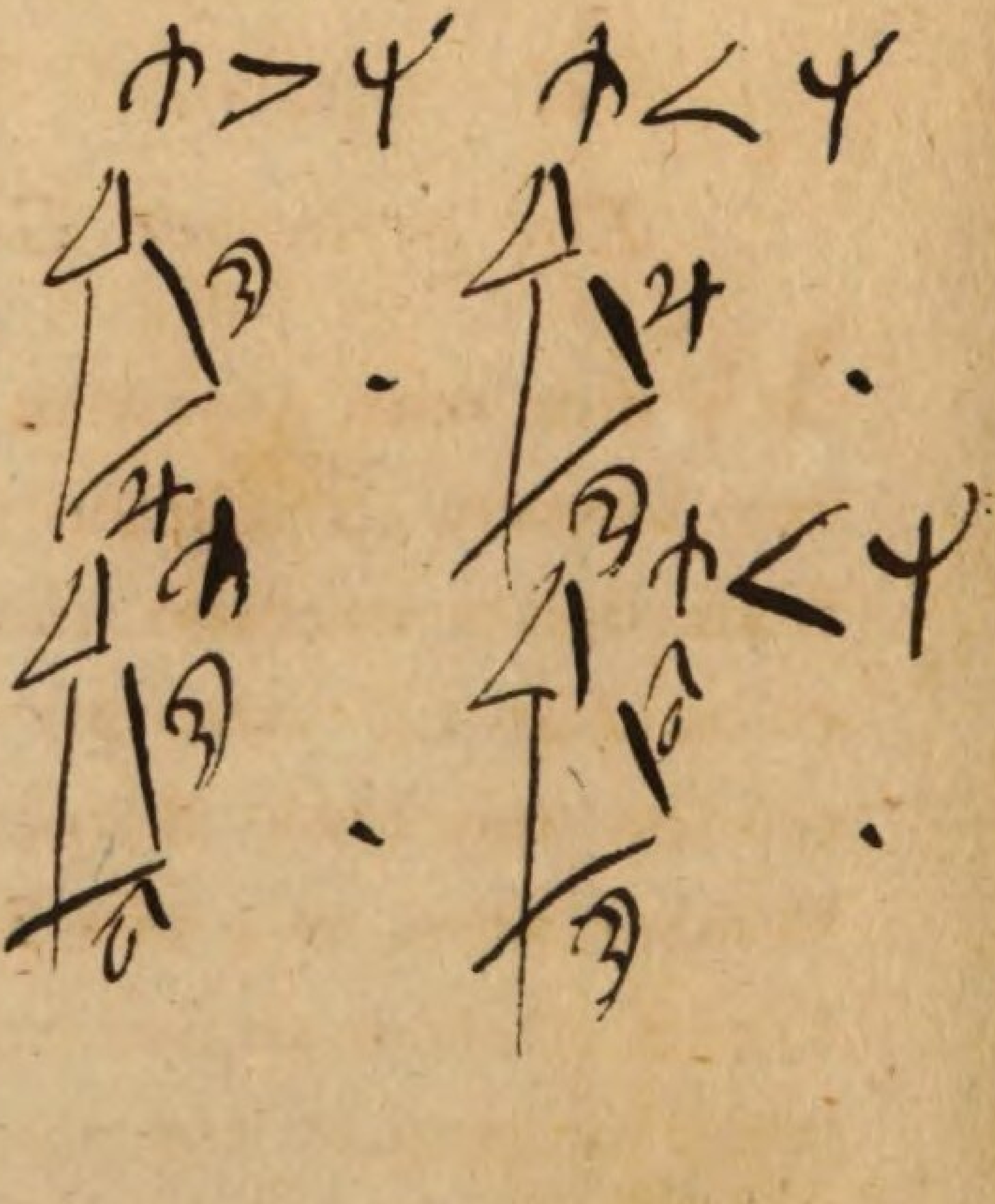
unerwiesen scheinende Begriffe zu verbinden (wie bey dem Wort: thierische Electricität), am schicklichsten: *Galvanischen Reiz.* Die Handlung, wodurch dieser in Thätigkeit gesetzt, und gegen ein reizbares Organ gerichtet wird, hieſs bisher: *Galvanisiren.* Den Zustand der Thätigkeit desselben, nebst dem Inbegriff der dadurch bewirkten Erscheinungen bezeichnete man durch den Ausdruck: *Galvanismus,*

Beweis,
daſs
ein beständiger Galvanismus
den
Lebensproceſs in dem Thierreich begleite.

Vergl. Pfaff. S. 74. 75.

S. 77.

ferner S. 100.


↑ > Ψ
↑ < Ψ
3
4
4
3
↑ < Ψ
3
6
6
3

Erste Abtheilung.

Aufführung der bey dem Galvanismus vorkommenden Erscheinungen, und Entwickelung der Gesetze, welchen diese Erscheinungen folgen.

§. 1.

Ein gemeiner Galvanischer Versuch.

Wenn man an einen oder mehrere Muskeln eines vor kurzem getödteten Thieres, z. B. an eine vom Rumpfe abgetrennte untere Extremität eines Frosches *a*, *Fig*. 1., oder an einen diese *e Fig*. 2. berührenden feuchten Körper *f* z. B. nassen Schwamm, Wasser u. s. w., ein Stück Silber *b Fig*. 1. oder *g Fig*. 2., ferner an den zu dieser Extremität gehörigen noch ungestört organisch mit ihr verbundenen Nerven *c Fig*. 1., oder auch nur, wie vorhin, an einen mit diesem *h Fig*. 2. in Berührung stehenden feuchten Körper *i*, als Wasser, feuchtes Muskelfleisch u. s. w., irgendwo ein Stück Zink *d Fig*. 1., oder *k Fig.* 2 bringt, und nun die jenen Berührungspunkten entgegenstehenden Enden dieser Metallstücke in unmittelbare Berührung, z. B. bey *l* in *Fig.* 1. 2. mit einander setzt, so werden in diesem Augenblick heftige Contractionen in allen Muskeln entstehen, in welche sich die Äste des Nerven dieser Extremität, welche Glied der Kette war, verbreitet. Wenn man nach der Berührung die Metallstücke fest aneinander drückt, damit eine durch die Convulsion des Froschschenkels möglich werdende Commotion des Apparats ihre Ruhe nicht stören könne, so wird man finden, daſs sich die Contractionen nicht wiederholen, die Organe werden in Ruhe bleiben, die Kette bleibe noch so lange geschlossen. Erst dann, wenn der wechselseitige Contact der Metalle aufgehoben wird, werden sie, wenn die Reizbarkeit des Organs auf einem noch ziemlich hohen Grade steht, zum zweytenmale, aber in schwächere Convulsion, als bey Schlieſsung der Kette gerathen. Verändert man die Ordnung der Metallstücken so, daſs Silber mit dem Nerven, Zink aber mit dem Muskel, es sey unmittel- oder mittelbar durch feuchte Körper, in Verbindung kommt, und verfährt wie vorhin, so wird man die schwächere Contraction, oder bey einem niederen Grade von Erregbarkeit des Organs gar keine bey Schlieſsung, die stärkere oder überhaupt eine starke aber bey der Trennung der Kette bemerken.

§. 2.

Leiter und Nichtleiter des Galvanismus.

Im vorigen Versuch, der ein Galvanischer war, sahen wir eine Galvanische Kette, und zwar eine

wirksame. Jeder Körper nun, er sey fest oder flüssig, welcher die Wirksamkeit dieser oder einer ähnlichen Kette unterbricht, wenn er zwischen zwey Glieder derselben, welche es auch seyen, eintritt, also durch sich jene Kette um ein Glied vermehrt, wird ein *unwirksames*, ein *störendes Glied* der Galvanischen Kette, ein *Isolator des Galvanismus* genannt. Beyspiele sind fettes Öl, Harz, Glas, Luft u. s. w. — Jeder Körper hingegen, der, wenn er zwischen zwey Glieder der wirksamen Kette eintritt, gewöhnlich nur den Grad ihrer Wirksamkeit abzuändern, d. i. nachdem die Umstände sind, ihn bald zu erhöhen, bald zu erniedrigen, ihn aber nur unter wenigen bestimmten Fällen durch seine relative Lage zu den übrigen Kettengliedern (ein Umstand, der sich weiter unten näher aufklären wird) gänzlich zu vernichten, die Wirksamkeit der Kette gänzlich aufzuheben vermag, der sich also keinesweges in jedem Fall als Isolator zeigt, es nur in wenigen Fällen zu seyn /u scheint, heiſst ein *wirksames*, ein *leitendes Glied* der Galvanischen Kette, ein *Leiter des Galvanismus*. Beyspiele sind Wasser, Weingeist, Metalle, Reiſsbley u. a. K.

§. 3.

Nähere Bestimmung der Leiter und Nichtleiter des Galvanismus.

Alle Körper, die man bis jetzt als leitend in der Galvanischen Kette fand, sind auch Leiter der Electricität. Ferner: alle bis jetzt bekannte Isolatoren des Galvanismus sind es auch mehr oder weniger für die Electricität; vier Ausnahmen nur fand man bisher, nemlich trockene Knochen, der luftdünne Raum, die Lichtflamme, und heiſses Glas, welche sämmtlich die Electricität ziemlich gut, in der Galvanischen Kette aber nicht leiten.

§. 4.

Mancherley Weisen, wie reizbare Organe dem Galvanismus mit Erfolg unterworfen werden können.

Ehe wir weiter gehen, ist es nöthig zu erinnern, daſs es, um in reizbaren Muskeln durch die Galvanische Reizung Contraction zu bewirken, nicht gerade nöthig sey, daſs der zu contrahirende Muskel sich selbst in der Kette befinde. Es ist dazu hinlänglich, daſs ein von, den Galvanismus nicht sonderlich leitenden Stoffen, z. B. Luft u. s. f. umgebenes Nervenstück *a b Fig.* 3. was noch ungestört organisch mit dem, ebenfalls ungestört organisch mit dem zu contrahirenden Muskel *c* verbundenen Nerven *a d* in Verbindung steht, daſs dieses mehr oder weniger ein Glied der Kette ausmache. So ist es umgekehrt, um einen Muskel *a Fig.* 4. durch den Galvanischen Reiz zu bewegen, auch genug, wenn man ihn allein an zwey verschiedenen Stellen mit den wirksamen Metallen u. s. w. *b c* armirt — (so nemlich nennt man auch wohl die Handlung, durch welche man ein Galvanisches Kettenglied mit einem thierischen Theile, es sey Nerve oder Muskel, mittel- oder unmittelbar, in

Zur Idioelectricität der Menſchen ſ. Nollet phyſikal. Lehrſtunden – 6. Theil. Erfurt. Uebs. XX. Vorleſung. S. 227. 228. u. f.

Zur Idioelectricität der Thiere ſ. Nollet (u. Autor) daſelbſt. S. 249.

[illegible]

§. 5.

Mechanischer Wirkung, von [illegible] Organen ohne Nervenketten mit Metallen hervorgebracht werden können.

Hier gilt [illegible] [illegible] lich [illegible] wenn in [illegible] durch die [illegible] Reizung Contraction zu bewirken, [illegible] dass der [illegible] sich selbst [illegible] der Kette [illegible] lich, dass [illegible] nicht [illegible] [illegible] umgebenen [illegible] Fig. 4 [illegible] [illegible] Muskel c verbundenen Nerven [illegible] Verbindung steht, dass dieser mehr oder weniger ein Glied der Kette ausmacht. So ist es [illegible] Muskel c Fig. 4 durch den Galvanismus [illegible] auch gelingt, wenn man ihn allein an [illegible] verschiedenen Stellen mit den [illegible] Metallen [illegible] — Ist nämlich [illegible] nicht wohl die Handlung, durch welche [illegible] mit einem thierischen Theile, [illegible] Muskel, [illegible] in bleibende Berührung bringt,) — und die Kette schlieſst; die hierauf erfolgenden Zusammenziehungen scheinen indeſs nur dann einzutreten, wenn dieser Muskel noch einen bedeutenden Nervenast enthält, denn man konnte bis jetzt durch den Galvanischen Reiz keinen Muskel mehr zur Contraction bringen, wenn man aus demselben vorher, so viel wie möglich, alle bedeutende Nervenzweige entfernt hatte. Die wirksame Reizung eines Muskels, wenn er allein Glied der Kette ist, möchte sich also wohl mehr auf eine mittelbare Armirung seines Nerven zurückführen lassen, wie man auch bisher bereits annahm, und was sich noch durch andere Versuche sehr wahrscheinlich machen läſst. Wir können hierbey noch die Bemerkung machen, daſs sich diesem zu Folge durch einfache Galvanische Versuche nicht entscheiden läſst, ob Reizbarkeit des Nerven ohne Muskelreizbarkeit, oder diese ohne jene, bestehen kann, da für die reizbare Muskelfaser kein anderes unmittelbares Reagens, als die organisch mit ihr verbundene reizbare Nervenfaser, und für diese kein anderes, als die organisch mit ihr verbundene noch reizbare Muskelfaser existirt.

§. 5.

Erste Bedingung für Herstellung wirksamer Galvanischer Ketten.

Wir kommen wieder auf die Leiter (§. 3.) zurück. Daſs die thierischen Organe selbst Leiter des Galvanismus seyn müssen, versteht sich von selbst.

wir würden sonst von keinem Galvanischen Versuch etwas wiſsen. — Die erste Bedingung für die Herstellung einer wirksamen Galvanischen Kette ist *wechselseitige Berührung heterogener Leiter untereinander*; den Beweis dafür sehe man in §. 13., wo er erst füglich gegeben werden konnte. Dem nun, was diese wechselseitige Berührung heterogener Leiter unter einander zur Wirksamkeit der Kette beyträgt, was sich also auf jeden Fall auf eine Thätigkeit zurückführen läſst, gab man den Namen *Action.* Wenn nun durch Heterogeneität der in Berührung tretenden Kettenglieder, — denn bey homogenen ist kein Grund dazu vorhanden, — Action bestimmt ist, und wenn wir ferner sehen, daſs mit der Verschiedenheit der Qualitätsunterschiede jener Körper auch ihre Action dem Grade nach verschieden ist, es aber so viel relative Heterogeneitäten in der Galvanischen Kette geben muſs, als soviel verschiedene Verbindungen der, der chemischen Mischung, Form, Temperatur u. s. w. nach, verschiedenen Körper, unter einander, überhaupt möglich sind, so ist es begreiflich, daſs jene Actionen sehr viele Grade haben können, d. h. sie kann bald gröſser, bald kleiner seyn, als jede gegebene, und es wird so viele mögliche verschiedene Gröſsen derselben geben, als specificke Heterogeneitäten jener Körper möglich sind. — Es ist aber kaum nöthig zu erinnern, daſs wir die Gröſse dieser Heterogeneitäten nicht nach der mehr oder weniger uns in die Augen fallenden Verschiedenheit zweyer Körper bestimmen können, indem unsere gewöhnlichen Begriffe davon nur auf äuſsere Verhältnisse gegründet sind, da hier mehr durch innere Qualität bestimmt

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Farbe, Temperatur [illegible] sind, so ist es begreiflich, [illegible] haben können, [illegible] so viele mögliche [illegible] Körper möglich sind. — [illegible] zu erinnern, daß wir die [illegible] nicht nach der mehr oder weniger [illegible] Verschiedenheit [illegible] können. Indem unsere [illegible] Verhältnisse [illegible] nicht durch innere Qualitäten be- [illegible] stimmt wird, die wir in den wenigsten Fällen unmittelbar auffallend wahrnehmen können. Wer sollte z. B. glauben, daſs von zwey allen äuſsern Umständen und innern Gehalt nach völlig gleichen Stücken /em Silber, wovon das eine eben mit einem Stück Zinn, Zink u. s. w. berührt worden ist, die innere Qualität dieses Stückes solche Veränderungen erlitten habe, daſs es nun allerdings nicht mehr als völlig homogen mit dem nicht mit Zink berührten Silberstück anzusehen sey, daſs es nun wirklich zwey heterogene Körper seyen? — und doch ist dies so, wie das von den Herren *Wells* und *von Humboldt* entdeckte sogenannte Galvanisiren der Metalle auffallend beweist.

§. 6.

Gewöhnliche Eintheilung der Leiter des Galvanismus in Excitatoren und Conductoren; — alle Leiter sind beydes zugleich.

Aus dem vorigen erhellet, daſs in der Galvanischen Kette überall, wo zwey heterogene Stoffe in Berührung kommen, eine Action entstehen müsse, daſs aber diese Action nach der Natur jener Körper sehr verschieden seyn müsse. Man unterschied bisher überall zwey Klassen von Stoffen, welche bey den Galvanischen Versuchen wirksam sind. Solche Leiter des Galvanismus, welche, wenn sie in der Galvanischen Kette gegenseitig in Berührung kommen, besonders zur Herstellung einer wirksamen Kette beytragen, nannte man gewöhnlich *Excitatoren*, zum Unterschied von denen, die sich mehr leidentlich dabey zu verhalten schienen, die, sie mochten mit irgend einem Leiter in Berührung kommen, dennoch nur wenig Action zu veranlassen schienen, die man insgemein *Conductoren* nannte. Zu der ersten Klasse zählte man bis noch vor nicht gar langer Zeit bloſs *alle Metalle*, *mehrere Erze*, die das vererzte Metall *im regulinischen* oder diesem nahe kommenden Zustande enthalten, *die Pflanzenkohle*, *den Graphit*, *mehrere kohlenhaltige Mineralien*, und den unter mancherley Form *natürlich vorkommenden Braunsteinkalk*. Erst Herr *Volta* machte neuerlich, zwar schon vorher, aber besonders in *Gren's* neuem *Journal der Physik. B. IV. Heft* 1. *S.* 115. — 126. darauf aufmerksam, daſs es noch weit mehrere gäbe, die, wenn sie mit diesen in Verbindung träten, beträchtliche Action hervorbrächten, die aber nicht wie jene, sich im festen, sondern im flüssigen Zustand befänden. Bisher war man es nur von den ersten gewohnt, und es ist wirklich sehr auffallend, daſs es keinen festen Leiter des Galvanismus giebt, der nicht auch, nach der hier genommenen Bedeutung des Worts, den Namen eines starken Excitators verdiente, da es hingegen mehrere flüssige giebt, die, sie seyen, in welcher Verbindung sie wollen, wenig Excitationskraft bezeigen. Dies mochte denn auch die Ursache gewesen seyn, daſs man nicht eher auf den Gedanken gekommen war, mehrere Flüssigkeiten in dieser Hinsicht zu untersuchen, ja, daſs man diese Eigenschaft bey ihnen nicht einmal vermuthete.

Theils durch Zufall, theils nachmals durch Herrn *Volta's* Beobachtungen darauf geführt, habe ich gleich-

gleichfalls darüber Versuche angestellt. Ich fand, wie es sich nicht anders erwarten lieſs, bestätigt, daſs das aufgefundene Gesetz, daſs bey Berührung gewisser heterogener Leiter in der Galvanischen Kette unter bestimmten Umständen eine Action entsteht, „nicht bloſs für Metalle (u. s. w.) gilt, wie man hätte glauben sollen, sondern für *alle* verschiedene Leiter.“ Indeſs zeichneten sich in der Eigenschaft beträchtliche Action unter gewissen Umständen hervorzubringen, in den Volta'ischen und meinen Versuchen besonders aus: *alle Laugensalzauflösungen*, sie seyen ätzend oder kohlensauer; die Auflösungen der für sich in Wasser auflösbaren *luftleeren Erden; alle Säuren*, die übersaure Salzsäure nicht ausgenommen; *alle aus diesen mit den Laugensalzen, Erden und Metallkalken entspringende salzigte Verbindungen*, wenn und je mehr sie auflöslich in Wasser waren; *alle Schwefellebern*; *die Verbindung der Laugensalze mit* en *den Erden und Metallkalken*, so fern sie in Wasser auflöslich sind, z. B. Arsenikleber; *die Seifen; die Zuckerauflösung; der Weingeist*, und die ihn enthaltenden Flüssigkeiten; *die Auflösung der in ihm auflösbaren Körper in demselben; alle Pflanzenextracte*, auch Opium- und Moschusextract; *Gummiauflösungen; Pflanzenschleime; alle mucilaginöse, glutinöse Flüssigkeiten; Blut; Milch; die übrigen thierischen Theile und Feuchtigkeiten* z. B. Speichel; und so fort. — Alle diese waren, zwar in verschiedenem Grade, aber doch meist vorzüglich dazu geschickt, eine beträchtliche Action in der Kette unter schicklicher Verbindung mit den vorhergenannten festen Leitern zu erregen, und zwar keinesweges nur unter der Bedingung der Anstellung des Versuchs mit einem Apparat, so wie ihn Herr *Volta* a. a. O. S. 121. beschreibt, sondern unter jeder andern Form desselben, wo man, nachdem sie es erfordern, z. B. die flüssigen in gebogene Glaſsröhren gefüllt, die dicklicheren lagenweise auf Glastafeln gebracht, u. s. w. sich ihrer völlig so bedient, wie der Metalle und der übrigen festen leitenden Körper.

§. 7.

Bemerkungen über die künstliche Erhöhung und Herabstimmung der Reizbarkeit.

Mancher wird vielleicht hier auf den Gedanken kommen, zu fragen, ob wohl nicht bey den so merkwürdigen Versuchen des Herrn *von Humboldt* und anderer über die sogenannte *Erhöhung und Herabstimmung der Nervenreizbarkeit* durch Laugensalzauflösungen, gemeine und übersaure Salzsäure, Opium- und Moschusextract u. s. w. die vorzügliche Excitationsfähigkeit dieser Körper, die uns der vorhergehende Paragraph lehrte, einigen Antheil an den gehabten Erscheinungen gehabt haben möge, — und dies ist denn auch wirklich der Fall. Ich muſs, da hier eben schickliche Gelegenheit dazu ist, diesem Gegenstand einen eignen etwas langen Paragraph widmen, um einiger Beyspiele zu erwähnen, welche diejenigen, welche sich mit dergleichen Versuchen beschäftigen, zu mehrerer Aufmerksamkeit auf diesen Umstand, wenn sie ihn noch nicht kennen, veranlassen werden. Die mit jenen Versuchen minder bekannten bitte ich daher

Ein anderer Hauptpunkt, auf welchen in
allen Humboldt'schen Froschschenkel-
und Irritationsversuchen beständig mit
zu sehen ist, ist die Armirung der
schlecht leitenden Organe durch die besser
leitenden Flüssigkeiten.

her, vor der Hand diese Bemerkungen zu überschlagen, und mit dem folgenden §. fortzufahren.

Wenn die Reizbarkeit eines Froschschenkels und seines Nerven *ab. Fig.* 5. eben oder seit einiger Zeit so weit gesunken ist, daſs, wenn man so wohl an den Nerven *b* als den Muskel *a* ein Metallstück, z. B. Zink *c* und *d* als Armatur bringt, und nun die Kette in *e* schlieſst, keine Contraction mehr erfolgt, so tauche man den Nerv *a* in irgend eine Auflösung eines Laugensalzes, in Opiumextractauflösung, in gemeine oder übersaure tropfbare Salzsäure, in Salpetersäure u. s. w., und lege nun diesen Nerven auf ein Stück Zink *d*, unterdessen man mit dem andern den Schenkel *a* und darauf den ersten Zink *d* in *e* berührt, so wird man bey den erstgenannten Körpern starke Contraction bey der Schlieſsung der Kette, schwache oder keine bey Trennung derselben, bey den letzteren hingegen schwache oder keine bey der Schlieſsung; stärkere bey der Trennung derselben haben. Unter solchen Umständen glaubte man nun, die Reizbarkeit des Organs sey erhöht. (Man vergl. z. B. *von Humboldt's Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, I. Band. S.* 24. 37. 47. 64. 66. 68. 143. *u. f.* 152. 318. 319. 331. *u.* 337.) — Man ändere aber jetzt den Versuch so ab, daſs man einen ähnlichen Froschschenkel *a* Fig. 6. der ziemlich auf demselben Grad der Reizbarkeit steht, wie der zum vorigen Versuch angewandte, auf folgende Art armirt. An seinen Nerven *b* bringe man ein Stück nassen Schwamm oder einen andern beliebigen leitenden feuchten nicht beträchtlich excitirenden Körper *c*, man nehme ihn so groſs oder klein, als man will. Diesen bringe man mit einem zweyten mit den obengenannten Körpern, Laugensalzauflösung u. s. w., befeuchteten Schwammstück, oder mit einer Lage der Flüssigkeit selbst *d* in Berührung, so daſs nichts von ihr den Nerven *b* irgendwo berühren könne. An dieses *d* bringe man eine Zinkstange *e*, eine zweite *f* an den Schenkel *a*, und in *g* berühre man sie untereinander. Der Schenkel wird *dieselbe* Contraction und mit *denselben* Umständen erleiden, wie im vorigen Versuch *Fig.* 5. — Im letzten Fall konnte offenbar die Reizbarkeit nicht erhöht werden; bloſs der Reiz war eines höhern Grades. Dies wird genug seyn, um zu zeigen, daſs auf die Excitationsfähigkeit solcher Substanzen bey durch ihre Resultate so wichtig werdenden Versuchen allerdings Rücksicht zu nehmen sey.

Es kommt aber noch ein merkwürdiger Umstand dazu, der ebenfalls bey Anstellung solcher Versuche, wo man Nerven, Muskeln oder beyde zugleich abwechselnd mit Laugensalzen, und Säuren, oder andern Substanzen behandelt, um die dadurch hervorgebrachten Erscheinungen zu beobachten, in Erwägung zu ziehen ist, nemlich: daſs zwey Körper, sobald sie in chemische Verbindung, wenn sie deren fähig sind, treten, ein Compositum liefern, dessen relative Excitationsfähigkeit jedesmal von der verschieden ist, die jeder einzelne Bestandtheil desselben für sich hatte. So wirken z. B. luftleeres Pflanzenlaugensalz in Wasser aufgelöst, und Salpetersäure, jedes für sich dem Grade nach ganz anders, als diese Salpetersäure durch jenes Laugensalz neutrali-

sirt

ſirt, alſo Salpeter in Waſſer aufgelöſt, mit demſelben Zink. Dem Chemicker kann dies zu intereſſanten Betrachtungen Anlaſs geben.

Alles dieſes beweiſt aber noch gar nicht, daſs der Zuſtand der Nerven- oder Muſkelfaſer durch Behandlung mit jenen Körpern wirklich keine, ohne dieſelbe wegfallende, Veränderung erleide, daſs z. B. die Reizbarkeit des Nerven nicht wirklich erhöht, nicht wirklich herabgeſtimmt werde. Thatſachen zeigen das Gegentheil auffallend. Man lege den ſehr lang präparirten Iſchiadnerven *abcd Fig.* 7. eines Froſchſchenkels *e* auf zwey Parallelepipeden von Glas *f*, *f*, ſo daſs der mittlere Theil des Nerven *bc* zwiſchen ihnen in ein kleines Gefäſs *g*, worin ſich die Flüſſigkeit *h*, deren Einfluſs auf den Nerven man unterſuchen will, befindet, ſo herabhängt, daſs dieſelbe dieſes Stück des Nerven von allen Seiten berühre. Einen zweyten eben ſo präparirten Nerven eines Schenkels von gleicher Vitalität bringe man auf ähnliche Art in ein Gefäſs mit Waſſer von der nemlichen Temperatur mit der Flüſſigkeit des erſten Verſuchs. Nachdem man beide Nerven einige Zeit, fünf, acht bis zehn Minuten, in dieſem Zuſtande gelaſſen hat, nehme man ſie behutſam heraus, und waſche von dem erſten Nerven alle fremde Flüſſigkeit, die ihm anhängt, mit reinem Waſſer ab, ſo daſs er ſich nun mit dem in bloſsen Waſſer gelegenen unter gleichen Umſtänden befindet. Man verſuche jetzt die Einwirkung des Galvanismus auf dieſes Nervenſtück, indem man es *Fig.* 8. innerhalb den durch den beſtändigen Stand der einwirkenden Flüſſigkeiten, beſtimmten Grän-

Gränzen *b c* mit z. B. zwey Metallen, als Zink *h* und Silber *i* armirt, und diese auf die bekannte Weise in *k* miteinander berührt. Die längere oder kürzere Zeit, durch welche die Einwirkung der Flüssigkeit dauern muſste, um das Erscheinen der Zuckungen unter den beschriebenen Umständen, selbst auf den stärksten Reiz, gänzlich unmöglich zu machen, — oder, wenn dies nicht der Fall war, die Verschiedenheit in der Stärke der anzuwendenden Action, um Zuckungen zu erhalten, — oder auch der Grad der Stärke der Zuckung und der Unterschied desselben von dem bey dem, dem bloſsen Wasser ausgesetzt gewesenen Nerven, wird ziemlich bestimmt den Grad der schädlichen Einwirkung der versuchten Flüssigkeiten anzeigen. Auf diese Art habe ich gefunden, daſs die Auflösungen sämmtlicher Laugensalze, sie seyen ätzend oder kohlensauer, der Weingeist, die Schwefelalkalien in Wasser aufgelöst, die Schwefelsäure, die Salpetersäure, die Salzsäure, ja auch die übersaure Salzsäure, nach kürzerer oder längerer Zeit das ihnen ausgesetzt gewesene Nervenstück ganz unempfindlich gegen den Galvanischen Reiz machten. — Ich habe noch nicht viel mehr Flüssigkeiten, als die genannten, bis jetzt versucht; es giebt aber gewiſs noch weit mehrere, und diese Versuche verdienen vorzüglich vervielfältigt zu werden, besonders in Rücksicht der gröſsern oder geringern Schnelligkeit, mit der sie auf die Nerven wirken. — Merkwürdig ist es indeſs doch, daſs diese Zerstörung der Reizbarkeit des Nerven nur an dem, der schädlichen Flüssigkeit unmittelbar ausgesetzt gewesenen Theil statt findet, d. h. daſs diese Körper nur *örtlich* deprimiren. Wenn man in *Fig.* 8.

das

das Silber *i* unterhalb *b* zwischen *m* und *b*, oder auf den Schenkel selbst in *n* bringt und mit *h* vereiniget, so wird die entstehende ziemlich starke Contraction anzeigen, daſs dieser unterhalb der, der deprimirenden Flüssigkeit ausgesetzt gewesenen Stelle gelegene Theil des Nerven, und der Muskel, nichts gelitten habe. Das deprimirte Stück *b c* verhält sich nicht mehr als Theil eines lebenden Nerven, es gleicht dem nassen Schwammstück *i* in *Fig.* 2.

Noch giebt es einen Umstand, der leicht Anlaſs geben könnte, auf erhöhte Reizbarkeit zu schlieſsen, wo doch wirklich keine ist. Wenn nemlich in den vorigen Versuchen über (örtliche) Vernichtung der Nervenreizbarkeit durchaus das Nervenstück *b c Fig.* 8. keiner Reizung mehr gehorcht, und wenn schon vor dem Versuch keine Contractionen mehr zu erhalten waren, wenn der Froschschenkel und sein Nerv wie in *Fig.* 1. so armirt wurden, daſs *b* sowohl als *d* einerley Metallstücke z. B. zwey Zinkplatten waren, so findet man demohngeachtet nachher bisweilen in *Fig.* 8. wenn man eine Zinkplatte an das deprimirte Nervenstück *b c*, und eine andere an den Schenkel in *n* bringt, und auf die oft genannte Art verfährt, daſs dennoch Contractionen erscheinen, die man vorher unter denselben Umständen nicht eintreten sah. In solchen Fällen habe ich mehreremahl gefunden, daſs die angewandte deprimirende Flüssigkeit nicht rein genug von dem Nerven abgewaschen, vielleicht auch etwas in denselben eingedrungen, und nun nicht so leicht durch Wasser wegzunehmen war, denn oft wiederholtes Ab- und Auswaschen mit Wasser hob wirklich in den meisten Fällen die gedachten Erscheinungen auf, und in den einigen Fällen, wo ich es nicht ganz bewerkstelligen konnte, durfte ich demohngeachtet auf keine erhöhte Reizbarkeit des Nerven schlieſsen, denn erstlich erschien keine Contraction, wenn der Theil des Nervenstücks *bc* allein Glied der sonst wirksamen Kette war, und zweytens erschien bey homogenen Metallstücken keine Zusammenziehung mehr, wenn das vom Muskel entfernte, nicht an dem der Flüssigkeit ausgesetzt gewesenen Nerventheil *bc*, sondern zwischen *m* und *b*, wo keine eingedrungen seyn konnte, lag. Das Nervenstück *bc* spielte hier dieselbe Rolle, wie *d* in *Fig.* 6., wo ebenfalls die Contraction ausbleibt, wenn das Zinkstück *e* nicht an *d*, sondern an *c* oder *b* gebracht wird.

Bemerkenswerth ist es ferner noch, daſs es mir bisher noch nicht gelungen ist, ein durch oben genannte Flüssigkeiten gänzlich seiner Reizbarkeit beraubtes, mit Wasser so viel wie möglich von ihnen gereinigtes Nervenstück *bc* *Fig.* 8. dadurch für Reizungen von neuem empfänglich zu machen, daſs ich es unter dem Apparat, wie in *Fig.* 7. kürzere oder längere Zeit in gemeine oder übersaure Salzsäure, wenn es durch Laugensalze, Schwefelleber oder Weingeist deprimirt, oder in Laugensalze, Schwefelleber oder Weingeist, wenn es durch Säuren, auch durch übersaure Salzsäure, unempfindlich gemacht worden war, brachte, und nachher durch Wasser diese Substanzen wieder völlig hinwegnahm. Immer blieb es unempfindlich, wenn es auf die in *Fig.* 8. gezeichnete Art, auch dem stärksten Galvanischen Reiz ausgesetzt wur-

wurde. Aber auch hier traten Fälle ein, wo unter oben erwähnten Umständen das noch nicht aller anhängenden oder eingedrungenen Feuchtigkeit beraubte Nervenstück *b c* von neuem sich eben so verhielt, wie *d* in *Fig.* 6., was aber keinesweges auf wiederhergestellte Reizbarkeit schlieſsen lieſs.

Dieses wenige wird hinlänglich seyn, einen Begriff zu geben, von der groſsen Delicatesse, mit welcher jene Versuche anzustellen seyn müssen, wenn sie ein sicheres Resultat geben sollen. Wenige unvollständige Versuche lehrten mich schon soviel, und was kann ich noch übersehen haben. Ich untersuchte bloſs die Wirkung weniger dieser Körper auf den Nerven; — wie verhalten sie sich aber gegen die Muskelfaser? — Hier muſs es noch weit schwieriger seyn, ein reines Resultat zu bekommen, da man es in diesem Fall nicht allein mit Muskelfasern, sondern auch jedesmal zugleich mit den ihnen zugehörigen Nervenfasern zu thun hat. Man vergleiche damit das oben §. 4. zu Ende gesagte, und man wird sich den Fall als möglich denken können, wie eine von beiden noch mehr oder minder reizbar seyn kann, ohne durch Galvanische Versuche unmittelbar entdecken zu können, ob? — und welche? —

Die Möglichkeit aber, eine herabgestimmte Nerven- oder Muskelreizbarkeit, oder beide zugleich, wieder bis zu einem gewissen Grad herzustellen, wird dennoch aus manchen Versuchen mehr als wahrscheinlich. Besonders gehört hierher ein von Hn. *von Humboldt* a. a. O. S. 217. Z. 7. v. u. erzählter, und mehrere andere von demselben, z. B. in *Gren's* neuem *Journal der Physik. IV. Band. 2. Heft. S.* 171 — 179., bekannt gewordene Versuche, wo gewiſs noch immer viel äuſserst merkwürdiges übrig bleiben wird, wenn man auch das, was, vorzüglich in den letzteren, auf Rechnung der vorzüglichen Excitationsfähigkeit der zu den Versuchen angewandten Flüssigkeiten, die selbst bey ein und derselben Flüssigkeit nach dem gröſseren oder geringeren Grade der Concentration u. s. w. derselben verschieden ist, — der Herstellung eines ganz neuen Grades von Actionsfähigkeit, wenn bey dem Übertragen der Organe aus einer Flüssigkeit in die andere, beide in mehr oder wenigere chemische Verbindung treten, — der relativen Vertheilung der festen Excitatoren, — der Medien, in denen experimentirt wurde, ein Umstand, der mit dem vorhergehenden von gröſster Wichtigkeit ist, — der wirklich Reizbarkeit vernichtenden Eigenschaft jener Flüssigkeiten, — der Länge oder Kürze der Zeit, durch welche sie dieselbe auf die Organe ausübten, — und mehrere andere Umstände, zu bringen ist, von den gehabten Erscheinungen abgezogen haben wird, — eine Arbeit, die man erst dann mit Sicherheit vornehmen können wird, wenn man, freylich erst nach vielen, groſse Gedult und Aufmerksamkeit erfordernden Versuchen den Antheil, den jene und vielleicht noch unbekannte andere Umstände, bey solchen und ähnlichen Versuchen, unter diesen und jenen Verhältnissen, an den erfolgenden Erscheinungen haben, mit mehr Zuverlässigkeit bestimmt haben wird.

Ju

§. 8.

Unwirksame Galvanische Ketten ohne vorhandene Nichtleiter, und Umwandlung derselben in wirksame durch Veränderung der relativen Folge der Leiter auf einander.

Wir hörten in §. 6., daſs Heterogeneität zweyer Leiter, die sich in der Galvanischen Kette unmittelbar berühren, die erste Bedingung für die Möglichkeit einer Action überhaupt sey. Wir haben die Körper aufgezählt, die sich, wenn sie in jenen Ketten unter übrigens zweckmäſsigen Umständen sich wechselseitig berühren, durch die Hervorbringung einer Action von hohem Grade meist besonders auszeichnen. Es giebt aber Fälle von Galvanischen Ketten, wo jene Bedingung mehreremal auf das vollkommenste erfüllt ist, und demohngeachtet finden wir, daſs die sich in ihnen befindenden thierischen Organe, seyen sie auch noch so reizbar, keine Anzeige des Vorhandenseyns einer wirksamen Kette durch erleidende Contraction geben. Wir finden keinen Isolator nach dem von ihm oben §. 2. aufgestellten Begriff in der Kette, und doch ist sie völlig unwirksam. Ein Beyspiel einer solchen Kette ist *Fig.* ~~8~~ 9. — *a*, *b* sind die zwey unteren auf einer trockenen Glastafel liegenden, noch organisch mit einander zusammenhängenden Extremitäten eines sehr reizbaren Frosches, *c*, *d* ihre präparirten Ischiadnerven, *e*, *e* sind zwey völlig homogene trockene Zinkplatten, auf welchen die den Muskeln entgegengesetzten Enden jener Nerven liegen; *f*, *f* sind zwey völlig trockene Stücken Silber von gleicher Legirung und Gröſse, welche jedes eine Zinkstange dem Nerven gegenüber berühren. Wir schlieſsen jetzt die Kette in *g*, indem wir die Silberstücken *f*, *f* mit einander berühren, und — alles ist ruhig. Eben so bey der Trennung. Der Erfolg wird der nemliche seyn, wenn *Fig*. 9. in *Fig*. 13. 14. oder 15. verwandelt ist. — Wir lassen nun die Zahl der Glieder die nemliche bleiben, verändern aber ihre relative Folge auf einander so, daſs wir in *Fig*. 9 das Silber *f* rechter Hand weg und linker Hand an die Stelle des Zinkstücks *e*, dies aber dort weg, und an die durch *f* leer gewordene Stelle rechter Hand bringen. Jetzt befindet sich die Kette in der Lage *Fig*. 10. Wir schlieſsen in *g* so, daſs wir *f* mit *e* zwar in Berührung bringen, aber beide nicht den Augenblick wieder trennen, sondern sie in Berührung lassen, und — es ist nicht mehr ruhig, es entstehen Contractionen, und zwar, wenn die Organe sehr reizbar waren in beiden, aber mit dem merkwürdigen Unterschiede, daſs sie weit heftiger in der Extremität ist, deren Nerv auf der Zinkplatte *e* liegt, schwächer in der entgegengesetzten. Bey einem minder hohen Grade von Reizbarkeit wird die letztere ruhig bleiben, und nur die erstere wird zucken. Jetzt trennen wir *f* von *e*, indem wir ihre äuſsern Enden von einander entfernen, und jetzt wird bey accurat angestelltem Versuch, *b*, was vorhin zuckte, ruhig bleiben, und die vorhin ruhende *a* wird allein Zusammenziehungen erleiden, jedoch meist schwächere, als *b* bey Schlieſsung der Kette. Der Erfolg wird übrigens der nemliche seyn, wenn wie in *Fig*. 11. ein *f* und ein *e* wegbleiben, oder wie in *Fig*. 12. *f* und *e* nicht unmittelbar an den Ner-

Nerven, sondern an homogene leitende Theile, z. B. naſsen Schwamm, Waſser u. s. w., mit denen der Nerv in Berührung steht, gebracht, und auf die angezeigte Art verfahren wird.

§. 9.

Gesetz für die Bedingungen, unter denen eine ganz und aus heterogenen Leitern des Galvanismus zusammengesetzte Kette dennoch unwirksam ist.

Der erzählte Versuch giebt uns zu mancherley Betrachtungen Anlaſs. — In den unthätigen Ketten *Fig.* 9. 13. 14. und 15. finden wir bald eine auffallende Symmetrie ihrer Construction. Es giebt in ihrer Peripherie zwey einander entgegengesetzte Punkte *g* und *h*, wenn wir durch diese eine Linie ziehen, welche die Kette nur an zwey Punkten berührt, nemlich an denen, wo sie sie durchschneidet, so haben wir sie in zwey Hälften zertheilt, die zwar möglich der Gröſse nach nicht genau gleich groſs seyn können, in denen wir aber eine gleiche Anzahl von, der sichtbaren Qualität nach, verschiedenen Leitern, und zwar ganz in der einen so auf einander, wie in der andern, folgend, finden, wenn wir von einem der Durchschnittspunkte *g* oder *h* ausgehen. Die einander von beiden Seiten entgegenstehenden Kräfte sind wechselseitig gleich groſs, sie heben einander auf, es kann keine Action in der Kette entstehen, welche im Stande wäre, einen Eindruck auf die Nerven zu machen, der in ihren Muskeln auch bey der höchsten

Erregbarkeit des Organs Contraction veranlassen könnte. Alles bleibt in Ruhe. — Anders verhält es sich in den Ketten *Fig.* 10. 11. und 12. Hier können wir keine zwey Punkte finden, durch welche die Kette durchschnitten in zwey Hälften getheilt würde, in welchen nicht bloſs die Zahl der verschiedenen Qualitäten, sondern auch die diesen zugehörigen Körper, in der relativen Folge auf einander, wenn wir von irgend einem Punkte z. B. g ausgehen, auf beiden Seiten dieselben wären. Hier stehen sich folglich nicht gleiche Kräfte entgegen. Die Kraftsumme x der einen Seite wird von der ihr entgegenstehenden der andern $x + y$, so viel als sie selbst ausmacht, d. i. x aufheben, vernichten, und es wird nur der Rest $= x + y - x = y$ übrig bleiben, dessen Gröſse den stärkern oder schwächern Grad der Action, und mit ihr die Gröſse des Eindrucks auf den reizbaren Nerven, dadurch die mit dem Grade der Reizbarkeit der Organe in Verhältniſs stehende Gröſse des nächsten Produktes der Action des Reizes, und mit ihm die darauf folgende Contraction bestimmt.

Wir werden daher diesen Versuchen zu Folge, als ein sich überall und ohne Ausnahme — denn da wo man sie glaubte, ist sie nur scheinbar — bestätigendes Gesetz aufstellen können: *daſs in jeder Galvanischen Kette, in welcher sich zwey Punkte finden lassen, durch welche jene zerschnitten, sie in zwey Hälften zerfällt, in welchen sich von beiden Seiten gleich groſse Kräfte entgegenstehen*, oder mit andern Worten, *in welcher auf beiden Seiten die Bestimmungsgründe zu den Actionen der Folge und dem Grade*

[illegible]

[illegible]

Grund

Grade nach genau dieselben sind, *keine Action von irgend einer Dauer*, *oder überhaupt keine Action statt haben kann.*

Dies Geſetz gilt aber nicht allein für *ganze* Galvaniſche Ketten, es ſcheint auch auf ihre *Theile* zu paſſen. Statt mehrerer nur ein Beyſpiel aus der Erfahrung. In *Fig*. 16. iſt *e*, *f*, und *e*, = Zink, Silber, Zink, — für *ein* Metallſtück anzuſehen, denn bey α und β ſind die Beſtimmungsgründe zu Actionen von gleicher Gröſse, heben ſich alſo auf, und bloſs die Beſtimmungsgründe in γ und δ kommen in Rechnung. Man ſieht aber, daſs ſie mit denen in *c* und *d* von gleicher Gröſse und Folge ſind, und die ganze Kette läſst ſich abermals durch zweyen Punkte *g* und *h* in zwey Hälften theilen, in denen die in Rechnung zu bringenden Beſtimmungsgründe zu den Actionen genau dieſelben ſind, folglich keine Thätigkeit entſtehen kann, — die Kette iſt alſo unwirkſam. — Nicht ſo wird es in *Fig*. 17. ſeyn; hier müſſen wir, wie in dem vorigen Fall *e*, *f*, *e*, und *f*, *e*, *f* für *ein e* und *ein f* anſehen. Die durch *e*, *f*, *e*, *f* hervorgebrachte Action wird alſo der durch *ein e*, *f* veranlaſsten gleichen, und da ihr auf der andern Seite keine von gleicher Gröſse entgegen ſteht, ſo iſt Überfluſs von Kraft da, und mit ihm die Thätigkeit in der Kette beſtimmt. Wir finden aber auch in dieſer Kette keine zwey Punkte, durch welche dieſelbe durchſchnitten zwey Hälften gäbe, in denen, ausgegangen von einem der Durchſchnittspunkte, die in Rechnung zu bringenden Actionen genau dieſelben wären. Es iſt Ungleichheit da, wir mögen theilen wo wir wollen, folglich auch Action, und die erfolgende Contraction in einem oder beiden der Froschschenkel *a*, *b* (am stärksten oder allein in *b*) bey Schlieſsung, und (nach Maaſsgabe der Erregbarkeit auch bey der) Trennung der Kette (am stärksten oder allein in *a*) in α oder β u. s. w. bestätigt es.

§. 10.

Gesetze für die Bedingungen, unter denen wirksame Galvanische Ketten überhaupt statt haben.

Wir haben gesehen, daſs in jeder Kette, wo die einander entgegenstehenden Bestimmungsgründe zu den Actionen gleich groſs waren, keine Action überhaupt rege werden könne. Es wird also zu einer wirksamen Kette erfodert, *daſs die einander gegenüber liegenden Bestimmungsgründe ungleich d. i. auf einer Seite gröſser, als auf der andern seyn müssen.* Es fragt sich, wie viel der Qualität nach verschiedene Kettenglieder daher wohl wenigstens nöthig seyn mögen, um eine active Kette herzustellen? — Daſs in einer Kette von Gliedern *einer* Qualität z. B. *a*, *a*. *Fig.* 18. kein Grund für eine Action vorhanden sey, darf kaum erwähnt werden, kann aber, wenn es nöthig seyn sollte, so wie das folgende, auf das strengste erwiesen werden. In einer Kette aus Gliedern von *zwey* verschiedenen Qualitäten z. B. *a*, *b*. *Fig.* 19. sind zwar Bestimmungsgründe zu Actionen, nemlich in α und β da, sie sind aber gleich groſs, heben sich also auf, und es kann abermals

keine Action entstehen. (Dieses ist zugleich die kleinste Kette, in der zwey Punkte *a* und *b* zu finden sind, durch welche die Kette getheilt, dieselbe in zwey, in Rücksicht der Folge und Gröſse der Bestimmungsgründe, gleiche Theile zerfällt, denn in *Fig.* 18. war nicht einmal einer gegeben.) Wir müssen deſshalb zu Ketten aus *drey* der Qualität nach verschiedenen Körpern übergehen. Eine solche ist *Fig.* 20. Hier sind der Bestimmungsgründe drey, nemlich α, β und γ, und da in jedem dieser Punkte der Unterschied der Qualitäten der sich berührenden Körper ein anderer ist, so sind auch die dadurch gegebenen Bestimmungsgründe dem Grade nach verschieden. Von diesen dreyen muſs nothwendig einer der gröſste seyn, wir setzen z. B. α. Man kann sich nun und nur folgende zwey Fälle als möglich denken: Entweder, der Bestimmungsgrund in α ist genau so groſs, als die beiden andern β und γ zusammengenommen, — oder, er ist es nicht. Im ersten Fall kann augenscheinlich keine active Kette statt haben, wohl aber im zweyten. Von beiden nun finden sich Beyspiele in der Erfahrung. In Rücksicht auf den ersten habe ich das allgemeine Gesetz gefunden: *daſs jede drey feste Leiter des Galvanismus* (s. oben §. 6.) *im völlig trocknen Zustand eine unwirksame Kette bilden, — daſs überhaupt in jeder Kette aus bloſs trocknen Leitern keine Action statt habe, ihre Zahl sey so gering oder so beträchtlich, als sie wolle.* Hier bloſs den Beweis für den ersten Theil dieses Gesetzes. In *Fig.* 21 seyen *a*, *a* zwey Zinkstangen, die an einen reizbaren Nerven so angelegt sind, daſs der Berührungspunkt des einen *a* mit demselben etwas von dem des andern *a* damit entfernt sey. (Es ist dies nöthig, weil die Erfahrung lehrt, daſs ein Muskel um so heftiger contrahirt werde, ein je längeres Stück seines frey liegenden Nerven Glied der Kette ist. Wir nehmen daher auch hier ein beträchtliches Stück *de* als Glied in die Kette, um dadurch dem im entgegengesetzten Fall zu erwartenden Einwurf auszuweichen, das in der Kette enthaltene Nervenstück sey nicht groſs genug gewesen, und eine vielleicht wirklich vorhandene Action habe deſshalb keinen zur Contraction hinlänglichen Eindruck auf den Nerven machen können.) *b* sey Silber und *c* Zinn. Wir haben oben §. 9. gesehen, daſs in einer Galvanischen Kette zwey homogene Glieder, die ein heterogenes einschlieſsen, als eins, und zwar als eines von der Qualitätsordnung der ersteren anzusehen sind. Demnach ist in *Fig*. 21. Zink *a*, Nerv *de*, Zink *a*, als *ein* Metallstück zu betrachten, da die Bestimmungsgründe in *d* und *e* gleich und entgegengesetzt sind, sich folglich aufheben, — und die Kette ist in Rücksicht der zu berechnenden Bestimmungsgründe völlig gleich einer bloſs aus den drey genannten festen Leitern zusammengesetzten. Nachdem man *b* mit *a* und *c* mit *a* in Berührung gebracht, schlieſse man die Kette in *e*, so daſs man *b* und *c* mittelst isolirender Körper z. B. Glas an einander bringt. Wenn in *e* so wie in *f* und *g* keine Feuchtigkeit, sey es auch nur leiser Hauch, an den Metallen war, so wird nie Zuckung in den Muskeln dieses Nerven zu bemerken seyn. Der Erfolg wird ganz derselbe seyn in *Fig*. 22., wo *d* und *e* zwey Froschschenkel von gleicher Reizbarkeit sind, *a* und *a* also abermals

als *ein a* anzusehen ist. Dies *a a* darf übrigens nicht gerade Zink, es kann auch jedes andere beliebige Metall oder feste Leiter des Galvanismus seyn. Eben so können *b* und *c* irgend zwey oder mehrere andere feste Leiter, z. B. Gold und Reiſsbley, Bley und Kohle u. s. w. seyn. Immer ist Ruhe in der Kette.

Man ändere nun die Ketten *Fig.* 21. und 22. so ab, daſs *a*, *a* nicht mehr zwey homogene feste Galvanische Leiter, sondern zwey homogene flüssige, als Wasser, oder wenigstens feuchte, wie nasser Schwamm, Muskelfleisch u. s. w. sind; *b* und *c* aber lasse man wie vorhin, und bringe sie bey *e* auf vorhin genannte Art in Berührung. Nach Maaſsgabe der Reizbarkeit und der Gröſse der Action in der Kette werden stärkere oder mindere Erschütterungen in den Organen entstehen. Sie werden auch entstehen in dem Fall, wenn *a*, *a* flüſsige Körper sind, welche unter die oben §. 6. ihrer vorzüglichen Excitationsfähigkeit wegen, namentlich angezeigten gehören, z. B. Laugensalz - Neutral - oder Mittelsalzauflösungen, Säuren, u. s. w. — Einfacher zeigt sich diese Art Kette thätig in *Fig.* 23., wo *a* der feuchte reizbare Nerv selbst, *b* und *e* die zwey verschiedenen festen Leiter sind.

Eben so nun, wie zwey verschiedene feste und ein flüssiger oder feuchter Körper eine active Kette zusammen setzen, so thut es auch ein fester mit zwey verschiedenen feuchten oder flüſsigen. In *Fig.* 24. seyen *a*, *a* zwey gleichartige feuchte Körper, z. B. Wasser, *b* vielleicht eine Laugensalzauflösung, *c* ein fester Leiter, etwa Zink; im Augenblick der Schlieſung der Kette bey *d* wird der Schenkel contrahirt werden. Daſselbe wird erfolgen, in den Formeln *Fig*. 22. oder 23., wenn in der letzteren die Bedeutung der Buchstaben mit der in *Fig*. 24. dieselbe ist.

Können aber wohl drey verschiedene flüſsige Leiter, ohne Einmischung von festen eine wirksame Kette herstellen? — Oder können es flüſsige allein eben so wenig, wie feste allein? — Diese Fragen kann ich noch nicht mit Bestimmtheit beantworten, wirklich aber schienen wenige Versuche, die ich deſshalb anstellte, die aber bey weitem noch nicht vervielfältiget genug sind, um streng entscheiden zu können, mehr für das letztere zu sprechen, — und so möchte das sehr merkwürdige Gesetz, *daſs nie trokene feste Körper allein, sondern nur, wenn sie mit flüſsigen gemischt sind, eine active Kette zu bilden im Stande sind,* vielleicht bald darauf ausgedehnt werden können, daſs überhaupt nur ein Gemisch von flüssigen und festen Körpern wirksame Ketten geben könne!

Noch aber giebt es eine Klasse von Körpern, die man füglich weder unter die festen Leiter des Galvanismus, noch unter die flüssigen zählen kann; die gleichsam das Mittel zwischen beiden halten, oder recht eigentlich ein Gemisch von festen und flüssigen sind. Ich meyne die *thierischen Theile im feuchten Zustande*. Ob diese Theile im völlig getrockneten, von aller z. B. bey 212° Fahrenheit zu verlierenden Feuchtigkeit befreyten Zustande noch Leiter des Galvanismus sind, habe ich noch nicht versucht, und Herrn *von Humboldts* Angaben (s. *Versuche üb. d. gereizte*

Mus-

Muskel- und Nervenfaser. 1. *Band. S.* 151 — 153. 183.) die sich darüber nicht ganz bestimmt ausdrücken, lassen bis jetzt mit Gewiſsheit nur folgern, daſs thierische Theile auch im sehr wenig feuchten Zustande dennoch ziemlich gute Leiter sind. Dem sey indeſs wie ihm wolle, so ist, wie wir schon oben §. 6. bemerkten, ausgemacht, daſs diese Theile im mehr oder weniger feuchten Zustand, wenn sie mit festen oder andern flüssigen Galvanischen Leitern in Berührung kommen, wirksame Ketten bilden können. Ein Beweis dafür ist die Kette *Fig.* 25., wo *a* ein trockner Leiter des Galvanismus, eine thierische Feuchtigkeit, oder irgend ein vorzüglich excitirender flüssiger Körper ist, in welcher bey hoher Erregbarkeit der Organe Contractionen erfolgen. Die drey in die Augen fallenden heterogenen Körper sind hier der Muskel *b*, sein Nerv *c* und der Leiter *a*. Ja ich habe mehrere Fälle beobachtet, wo die Contraction eines Froschschenkels schon erfolgte, wenn in *Fig.* 26. der organisch mit seinem Schenkel *b* verbundene Nerv *a* mit einer Glasröhre auf jenen zurückgebogen, und seine Spitze *c* oder wie in *Fig.* 27. seine Fläche *d* mit ihm in *α* in Berührung gebracht wurde, nachdem zuvor Nerv und Muskel mit dem reinsten destillirten Wasser sauber abgewaschen, also kein Blut, u. s. w. mehr an ihm befindlich war. (Die genauesten Gegenversuche haben gezeigt, daſs der gesehene Erfolg keiner mechanischen Reizung, wie man wohl muthmaſsen könnte, zuzuschreiben sey.) Man könnte hier nach dem dritten Kettenglied fragen, da man im ersten Augenblicke nur zwey, den Muskel *b*, und den Nerv *a* gewahr wird. Man findet dieses aber alsbald in der Feuchtigkeit,

tigkeit, die beide umgiebt, und von der sie nie gänzlich befreyt werden können. Die Zusammenziehung der Muskeln erfolgt in dem Augenblick, wo die an *a* in *Fig.* 26. oder an *d* in *Fig.* 27. befindliche Feuchtigkeit, ihre Schicht sey noch so dünne, mit der an den Stellen der Berührung α, α vorhandenen in eines zusammen flieſst. Ich habe sogar mehrere-mahl, ganz analog mit dem Erfolg des oben §. 1. beschriebenen Galvanischen Versuchs *Fig* 1., bey Trennung dieser Kette, indem jene zusammengefloſsnen Feuchtigkeiten sich wieder scheiden muſsten, als der Nerv vom Muskel weggebracht wurde, eine zweyte Contraction, aber meist schwächer als die erstere, beobachtet. Durch andere hier des Anführens zu weitläuftige Versuche, wird aber bewiesen, daſs wirklich ein feuchter thierischer Theil in Berührung mit Wasser u. s. w. einen Bestimmungsgrund für eine Action, freilich von keiner so beträchtlichen Gröſse, wie etwa Zink und Silber, doch aber immer groſs genug, um bey Beurtheilung des Versuchs in Rechnung gezogen zu werden, abgebe. Aber es giebt noch einen Körper, der in diesen Versuchen mit in Betracht zu ziehen ist, und dessen Leitungsfähigkeit dabey keine unbeträchtliche Rolle spielen kann. Wir werden ihn aber erst in der Folge kennen lernen, so wie noch einige Heterogeneitäten, deren wir bis jetzt noch nicht erwähnt haben. — Wir können demohngeachtet aber schon jetzt das Gesetz aufstellen, *daſs in einer Kette von drey verschiedenen thierischen Theilen, oder zwey verschiedenen und einem flüſsigen oder festen, wirklich Action vorhanden sey, und daſs dadurch sehr reizbare Organe wirklich wirksam gereizt werden.*

Die

[illegible] Bestimmung [illegible] [illegible] [illegible] nicht mehr [illegible] [illegible] d. h. [illegible] und [illegible] [illegible] und [illegible] [illegible] noch auf einem [illegible] Grade von Reinigkeit [illegible].

§. 11.

Da [illegible] von diesen [illegible] die Bedingungen, unter welchen [illegible] keine [illegible] [illegible] [illegible].

1) *In jenem [illegible] Falle, in dem [illegible] Vorstellung einer Handlung vorkommen muß, durch welche sie [illegible] [illegible] zu [illegible], wenn [illegible] von der Thätigkeit ausgeht, [illegible] Bestimmungsgründe für die Achtung [illegible] Folge aus dem Gesetz [illegible] gegen dasselbe [illegible], hat keine Achtung statt.*

2) *Nur in dem entgegengesetzten Fall ist die Möglichkeit [illegible] [illegible] [illegible] und [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible]*

[illegible]

Die auffallende Bestätigung davon finden wir in *Fig.* 28. wo *a* u. *b* Muskel und Nerv, *c* ein Stück Froschleber, ein noch oder nicht mehr reizbares Stück Muskelfleisch, ein todtes Stück Nerv, u. s. w. ist, und wo die Contraction bey Schlieſsung und Trennung der Kette erfolgt, wenn *ab* noch auf einem hinlänglich hohen Grade von Reizbarkeit stehen.

§. 11.

Die in den vorigen §§. aufgefundenen Gesetze für die Bedingungen, unter welchen in einer Galvanischen Kette Action oder nicht, entstehen kann, sind kürzlich diese:

1) *In jeder Galvanischen Kette, in deren Peripherie zwey Punkte vorhanden sind, durch welche jene getheilt, in zwey Hälften zerfällt, in welchen, wenn man von einem der Theilungspunkte ausgeht, die Bestimmungsgründe für die Actionen der Folge und dem Grade nach genau dieselben sind, hat keine Action statt.*

2) *Nur in dem entgegengesetzten Fall ist die Möglichkeit activer Galvanischer Ketten enthalten, und zwar sind zu ihrer Bildung wenigstens drey der Qualität nach verschiedene Galvanische Leiter, unter denen sich wenigstens einer im feuchten oder flüssigen Zustande befinden muſs, nothwendig.*

Diese Gesetze aber sind nicht neu, wir haben sie hier nicht zuerst aufgefunden, schon Herr *A. Volta* hat sie vor mehr denn einem Jahr entdeckt, und ausführlich in *Gren's* neuem *Journal der Physik. Band. IV. Heft.* 1., nur mit etwas von obigen verschiedenen Ausdrücken, bekannt gemacht. Er glaubte, daſs das in diesen Ketten in Thätigkeit gesetzte, *Electricität* sey, daſs in der activen Galvanischen Kette also ein electrischer Strom entstände, dessen Übergang aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung, oder einem bestimmten Grade dieser in einen andern, auf die reizbaren Organe einen Eindruck mache, der nach Verhältniſs seiner (in- und extensiven) Gröſse, und der höheren oder niederen Reizbarkeit des Nerven und Muskels, stärkere oder schwächere Contractionen in dem letztern verursache. — Es ist hier nicht der Ort, und ich zu unvermögend, um zu untersuchen, ob das in der Galvanischen Kette in Thätigkeit gesetzte Electricität sey oder nicht, indem wir Resultate von Wichtigkeit erhalten werden, wenn wir auch darüber keine bestimmte Auskunft haben. Soviel können wir indeſs anmerken, daſs es bis jetzt eben so wenig widerlegt ist, daſs den Erscheinungen des Galvanismus und denen der Electricität ein und dasselbe zum Grunde liege, als es völlig erwiesen zu seyn scheint; — wiewohl die Erfahrung mehr für das letztere, als für das erste, zu sprechen scheint. Das wichtigste Argument *gegen* die Identität der Grundlage beider Erscheinungen ist ohnstreitig das von Herrn *von Humboldt a. a. O. S.* 433. — 442. aufgestellte, daſs nemlich trockene Knochen, der luftdünne Raum, die Flamme und heiſses Glas, sämmtlich (ganz?) voll-

vollkommene Leiter der Electricität, den Galvanismus isoliren. Sollte aber, — nicht zu gedenken der vielen Gründe *für* jene Identität — nicht schon die verschiedene Art, wie Galvanismus und Electricität gewöhnlich erregt zu werden pflegt, es wahrscheinlich machen, daſs, vorausgesetzt es sey in beiden dasselbe ±E zur Thätigkeit geweckt, demohnerachtet das Produkt, nachdem es auf die oder jene Behandlungsart erlangt ist, der Qualität nach verschieden, dessen Leitung also auch mehr oder weniger durch andere Qualitäten eines Körpers bestimmt seyn könne? — Wenn man übrigens mit einer einfachen Substanz, man denke sie sich nun, in welcher Form man will, und durch relativen Überfluſs und Mangel derselben, beide Phänomene zu erklären gedächte, so möchte man sehr bald die Schwierigkeit einsehen, dieselben bloſs durch einen, durch die verschiedene Qualität bestimmten, Capacitätsunterschied der verschiedenen Körper dafür, zu erklären, und eine Verwandtschaft zum Übermaaſs, die etwa der Stoff von gröſserer Capacität haben sollte, wodurch das Gleichgewicht jenes x, bey mechanischer Zusammenkunft verschiedener Körper, aufgehoben würde, anzunehmen, scheint vernunftwidrig zu seyn. Ich sage dies aus Überzeugung durch eigne Erfahrung, weil ich einst jene Phänomene durch eine ähnliche Annahme erklären zu können glaubte, mich aber getäuscht sah.

Wir lassen es also vor der Hand unentschieden, was eigentlich in der Galvanischen Kette thätig, genug, wenn wir wissen, unter welchen Bedingungen es thätig ist. Gesetze für diese sind daher von Wichtigkeit, und es muſs uns nicht gleichgültig seyn, wenn wir sehen, daſs jene von Herrn *Volta* aufgefundenen aller scheinbaren Widersprüche ohngeachtet, dennoch *fest* stehen. Der Fleiſs des Hrn. *von Humboldt* hatte eine beträchtliche Anzahl von Fällen aufgefunden, welche dem, was, und so wie es Herr *Volta* aus seinen Gesetzen folgern zu können geglaubt hatte, widersprachen. Sie thun dies wirklich, jedoch ohne den Gesetzen selbst, sobald sie gehörig angewendet werden, entgegen zu seyn. Es ist nöthig, den Grund zu dieser Täuschung aufzusuchen.

Herr *Volta* betrachtet in seinem ganzen Brief an Herrn *Gren a. a. O. S.* 107. — 126. bey Aufstellung der Gesetze, zwey auffallend der Qualität nach verschiedene Stoffe, als *einen* homogenen, nemlich den Muskel und seinen Nerven, zu welchem Übersehen wohl das nicht beachtete Übertragen der gewohnten Einheit des Thieres auf seine organisch verbundenen Theile beygetragen haben möchte. Da aber doch, wie die Erfahrung lehrt, der Unterschied der Qualität der genannten beiden Theile, als Bestimmungsgrund für eine Action, nicht eben beträchtlich ist, folglich letztere nur von geringer Gröſse in Vergleichung gegen eine durch z. B. zwey verschiedene Metalle hervorgebrachte, seyn konnte, bey jedem Grade der Erregbarkeit eines reizbaren Muskels und seines Nerven aber immer ein bestimmter Grad von Action statt hat ($= x$,) unter welchem jede Action ($x - y$) unter sich mit den vorigen völlig gleich bleibenden Umständen, in Rücksicht der Hervorbringung sichtbarer Muskelbewegung unwirksam ist, bey der gewöhnlichen [illegible] gleichgültig [illegible] Thierchen [illegible] durch den Mund und seinen Darm hervor-gebrachte [illegible] Kraft [illegible] als [illegible] der Zusammenhang der [illegible] ist, wie es [illegible] Polypen, wenn diese Theile nicht über ihrer [illegible] in Bewegung [illegible] Lebhaftigkeit der [illegible]

6

z. B. gleich nach Absonderung der Theile von dem ursprünglichen Ganzen, oder überhaupt nur bey jedem Grade derselben, bey welchem die durch die [illegible] gesetzt — denn mit [illegible] nach diesem Grade noch [illegible] das Verhältniß [illegible] durch den [illegible] der Reizbarkeit [illegible] eigenthümlich, macht die Abweichungen von der gemeinen Erfahrung [illegible] — Vielleicht, daß man Versuche nicht zu einer Zeit angestellt worden, wo die Reizbarkeit dieser Thiere [illegible] groß ist, z. B. im Sommer; — vielleicht geschah auch die [illegible] derselben nicht schnell genug, oder [illegible] den Augenblick nach der [illegible] Vergrößerung — [illegible] daß man [illegible] von Verschiedenheit [illegible] genannt. [illegible] so daß [illegible] z. B. [illegible]

chen Erregbarkeit abgetrennter thierischer Organe aber die durch den Muskel und seinen Nerven hervorgebrachte Action kleiner ist, als jenes x für diesen Stand der Temperatur der Reizbarkeit, so war es kein Wunder, wenn Herr *Volta* nicht eher diese Heterogeneität in Rechnung zog, da dieselbe nur bey einer hohen Erregbarkeit der Organe, (z. B. gleich nach Abtrennung der Theile von dem organischen Ganzen) oder überhaupt nur bey jedem Grade derselben, bey welchem die durch die dermalige Heterogeneität — denn mit veränderter Erregbarkeit beider, ändert sich auch diese dem Grade nach — des Muskels und seines Nerven verursachte Action gröſser war, als jenes x (also $= x + y$) was durch den Stand der Temperatur der Reizbarkeit in diesem Augenblick bestimmt ist, merkliche Abweichungen von der gemeinen Erfahrung veranlassen konnte. — Vielleicht, daſs jene Versuche meist zu einer Zeit angestellt wurden, wo die Erregbarkeit der Thiere eben nicht so groſs ist, z. B. im Sommer; — vielleicht geschah auch die Präparation derselben nicht schnell genug, oder der Versuch wurde nicht gleich den Augenblick nach der Präparation vorgenommen; — alles Umstände, die es verursachen, daſs man selten mit einem noch sehr hohen Grade von Erregbarkeit zu thun hat, Ausnahmen von der gemeinen Regel also selten seyn muſsten, so daſs man, wenn wan ja auch bisweilen auf sie stieſs, sie ohne Beschwerde andern Dingen, z. B. einer nicht bemerkten, deshalb aber doch möglich vorhandenen geringen Heterogeneität des einen Metallstücks u. s. w. zuschreiben konnte, und anfangs wirklich zuschrieb. Erst wie Herr *Volta a. a. O. S.* 126. die ohne feste trockene leitende Körper gelingenden von *Valli* vorher angestellten und nachher bey der Wiederholung des erstern richtig befundenen Versuche erklären will, wo bey hoher Erregbarkeit ein Froschschenkel schon contrahirt wird, wenn man mit dem umgebogenen Ischiadnerven desselben, den tendinösen Theil des Musculus gastrocnemius berührt, — erst hier scheint er genöthigt zu seyn, jene Heterogeneität anzuerkennen, oder, wenn dies schon eher geschah, sie erst hier in Rechnung zu bringen. Bringt er — und das hat er jetzt gewiſs schon gethan — diese wirklich sichtbar vorhandene Heterogeneität der Consequenz gemäſs bey jedem Versuch, wo sich Muskel und Nerv zugleich in der Kette befinden, in Rechnung, so widersprechen alle, seinen Gesetzen zuwider zu seyn scheinenden Galvanischen Versuche denselben nicht mehr. In den *Fig.* 9. 10. 12. — 19. *a. a. O. Tab. II.* muſs also *g*, wenn es einen, oder etliche organisch verbundene Froschschenkel mit ihren Nerven, und beide in der Kette befindlich, bedeutet, so gut wie in *Fig.* 20. in *t* und *m* zerlegt werden, und dann muſs *gerade nach seinem Geſetz* in den Ketten *Fig.* 10. 12. daselbst, die Herr *Volta* als negativ beschreibt, und eben so in *Fig.* 3. — 8. daselbst, wenn man *a* einen Froschschenkel sammt seinen Nerven und beide in der Kette bedeuten läſst, Action statt haben, die aber im gewöhnlichen Fall kleiner ist, als der oben von uns mit *x* bezeichnete Grad von Action. Nur in dem Fall, daſs die Erregbarkeit so groſs ist, daſs das dadurch bestimmte *x* kleiner, als der in jener Kette befindliche Grad von Action = *a* ist, erst in diesem Fall wird sich Mus-

]ſ

[illegible] hingegen. [illegible] die Verminderung der Erregbarkeit auf einem [illegible] zu groß, [illegible] größer [illegible] Grad der Action a b. [illegible] kleiner [illegible] folgt [illegible] Bezug auf dieſe Action, [illegible] als a, [illegible] eben ſo gewöhnlich [illegible] der Contractilität [illegible] In den Verſuchen des Herrn von Humboldt (z. B. [illegible]) [illegible] galvaniſchen Geſetz [illegible] Fig. [illegible] Formel N. P. M. [illegible] Fig. [illegible] N. P. N. p. M. [illegible] Nerv, und M Muskel bedeutet, [illegible] daß N und M [illegible] werden müſſen. [illegible] Wirk. (z. B. [illegible] G.) — Es widerſpricht dem [illegible] Geſetz nicht, [illegible] auch N [illegible] mit dem Muskel organiſch [illegible] der Größe [illegible] Nerv (Hr. von Humboldt [illegible]) [illegible] ſchon [illegible] N und M [illegible] z. B. [illegible] G. [illegible] ſagt: „zwey [illegible] Größe, [illegible]) — Daß ſich [illegible] Fällen [illegible] bewegten Körper [illegible] gezeigt worden, [illegible] daß [illegible] die im Zuſtande [illegible] Herrn von Humboldt (S. 97) [illegible] Fälle, [illegible] mit andern [illegible] können, daß [illegible] gerade [illegible]

kelbewegung äuſsern, keine hingegen, wenn die Temperatur der Erregbarkeit auf einem Grade steht, dessen x eben so groſs, oder gröſser, als der in der Kette vorhandene Grad der Action *a*, ist. Selten ist aber x kleiner als *a*, selten also auch Muskelbewegung auf diese Action; gewöhnlich ist x gröſser als *a*., und eben so gewöhnlich daher das Auſsenbleiben der Contraction auf *a*. — In den Versuchen des Herrn *von Humboldt* (*a. a. O. S.* 374.) muſs gerade nach dem Voltaischen Gesetz in *Fig.* 16. 17. 19. u. a. (daselbst) Action statt finden; eben so in der Formel *N. P. H. p. Fig.* 1. — (die eigentlich *N. P. H. p. M.*, wo *N* Nerv, und *M* Muskel bedeutet, ausgedrückt seyn muſs, nachdem es entschieden ist, daſs N und M als heterogene Stoffe angesehen werden müssen. Diese Anmerkung gilt für alle Kettenbezeichnung in jenem Werk, z. B. *S.* 91. — 98. *u. a. O.*) — Es widerspricht dem gedachten Gesetz nicht, sey auch *H* ein dem mit dem Muskel organisch verbundenen, in Rücksicht der Gröſse und Vitalität ganz ähnlicher Nerv. (Hr. *von Humboldt* unterscheidet übrigens selbst bisweilen N und M, wenn er z. B. *a. a. O. S.* 374. *Z.* 16. sagt: „zwey heterogene Stoffe, Nerv und Muskel.") — Daſs sich in den Fällen *Fig.* 2 — 6. u. anderen, schon drey heterogene Körper finden, ist schon oben gezeigt worden. — Kurz wir finden, daſs gerade die im Zustand hoher Reizempfänglichkeit von Herrn *von Humboldt* (*S.* 97.) aufgeführten positiven, gegen *Volta* zu sprechen scheinenden Fälle, die ich, nützte es etwas, noch mit andern beträchtlich vermehren könnte, daſs diese nur gerade das aufgefundene Gesetz des letzteren immer mehr bestätigen. —

Man sieht nunmehr, woher es kam, daſs sich scheinbare Widersprüche gegen jenes Gesetz zeigten. Sie standen nicht in Widerspruch mit dem Gesetz selbst, sondern nur mit den Folgerungen der Herren *Volta* und *von Humboldt* daraus, (z. B. s. *Volta a. a. O. S.* 109. vergl. mit *von Humboldt a. a. O. S.* 491.) die aber keinesweges mit der gehörigen Strenge gemacht waren. Daſs sie dem Gesetz selbst zu widersprechen *schienen*, kam daher, daſs man bey Beschreibung des Erfolgs eines Versuches, und den Betrachtungen darüber, nicht auf alle Umstände Rücksicht nahm, auf die Rücksicht genommen werden muſste.

Man wird mir nunmehr verzeihen, daſs ich vorhin diese merkwürdigen *Voltaischen* Gesetze von neuem vor den Augen des Lesers aus Versuchen auf die Art ableitete und aufstellte, nach der ich sie bereits im vorigen Frühjahr zum Theil aufgefunden hatte, ehe mir Herrn *Volta's* Entdeckung bekannt wurde, die er aber weit eher und vollständiger als ich gemacht hatte. Ich suchte jene ehedem von den Herren *Volta* und *von Humboldt* in Rücksicht des Übersehens vorhandener Heterogeneitäten begangenen Fehler zu vermeiden, um die Gültigkeit jener Gesetze um so auffallender beweisen zu können. Dadurch, daſs man zu solchen Versuchen, wo sich Nerv und Muskel zugleich in der Kette befinden sollen, sich der in *Fig.* 9. und ferner angewandten Methode bedient, daſs man nemlich *zwey* Froschschenkel von gleicher Reizbarkeit, sie seyen noch organisch verbunden oder wie in *Fig.* 29. getrennt, und stehen

durch einen leitenden Körper *a* in Verbindung, in gleiche Verhältnisse gegen einander und die übrigen Kettenglieder setzt, — oder, wenn man es nicht mit einem noch sehr hohen Grade von Reizempfänglichkeit der Organe zu thun hat, daſs man zwar nur einen Froschschenkel, aber nicht seinen Muskel zugleich, sondern bloſs ein kleineres oder gröſseres Stück seines organisch mit ihm verbundenen Nerven, wie in *Fig.* 21. in die Kette bringt, — dadurch ist man im Stande, ihnen im letzten Fall beynahe, im ersten aber vollkommen auszuweichen. Beynahe, sage ich, weil es sich durch Versuche, deren umständliche Erzählung hier zu weitläufig seyn, und uns zu sehr von unserm Zweck abführen würde, beweisen läſst, daſs in *Fig.* 30. die vier bezeichneten Stellen *a*, *b*, *c*, *d*, sobald es auf genaue Betrachtung der Erscheinungen des Galvanismus ankommt, keinesweges als völlig homogen anzusehen, sondern in mehr denn einer Hinsicht als heterogen zu betrachten sind, daſs überhaupt jeder von einem gegebenen (z. B. *b*.) dem Orte nach verschiedene Punkt (*a*, *c*, oder *d*) eines Nerven, es auch in den übrigen Qualitäten mehr oder weniger sey. Eben so ist es bewiesen, daſs ein Metallstück, welches in jeder sichtlich zu erkennenden Rücksicht mit einem andern völlig gleichartig ist, es auf kürzere oder längere Zeit nicht mehr ist, wenn es zuvor mit einem andern von ihm verschiedenen Metallstück berührt worden ist, wenn es mit andern Körpern, z. E. mit der Hand, mit Wolle, Seide u. s. w. vorzüglich unter dem Zutritt von Feuchtigkeit, gerieben worden, wenn es wärmer oder kälter als das andere ist, u. s. w. Hieher gehört das von den Herren *Wells* und *von Humboldt* entdeckte sogenannte Galvanisiren der Metalle u. a. merkwürdige Umstände. — Alles dieses muſs man vor Augen haben, sobald man sich vornimmt, Galvanische Erscheinungen nach jenem Gesetz, oder dieses nach jenen streng zu prüfen.

Hr. *Volta* hatte aber sein Gesetz nur für *geschlossene* Galvanische Ketten aufgestellt, bloſs aus Versuchen angestellt unter dieser Bedingung, abgeleitet. Daraus würde aber keinesweges folgen, daſs *nur* in geschlossenen Ketten reizbare thierische Theile wirksam gereizt werden könnten. Kann nicht das, was in der Galvanischen geschlossenen Kette unter diesen bestimmten Bedingungen nach besondern durch diese Umstände bestimmten Geſetzen thätig ist, unter andern Umständen auf andere Art, aber doch unter zweckmäſsigen Verhältnissen immer wirklich thätig seyn? — und kann diese Thätigkeit nicht eben so gut, wie die erstere, sich unter gewissen Umständen zu einer in der Nerven- und Muskelfaser vorgehenden, bey gehöriger Gröſse mit Verkürzung der letzteren begleiteten Veränderung wie Ursach zu Wirkung verhalten? — Und ist denn überhaupt bloſs der in Thätigkeit gesetzte Körper durch seine Qualität, oder ist bloſs seine Thätigkeit ohne Rücksicht auf die Qualität ihres Subjects, oder sind beide zugleich, oder ist nach Umständen bald diese, bald jene mehr oder weniger, bald diese allein die Ursache jener Veränderung? — Aber reducirt sich nicht am Ende alle Qualitätsäuſserung überhaupt auf Thätigkeit unter diesen, und Ruhe unter andern Umständen? — Möchte demnach wohl mehr die Thätigkeit selbst, als das

sich in Thätigkeit befindende, von dem wir überhaupt bloſs durch ſeine Thätigkeit etwas wissen und wissen können, für die nächste Ursache obiger Veränderung anzusehen seyn? — Gesetzt also, es gäbe eine besondere electrische, eine besondere Wärme-, eine besondere Lichtmaterie, die Bedingungen, unter denen sich diese Materien in Ruhe oder Thätigkeit befänden, wären verschieden, folglich auch die Gesetze dafür, möchte demnach ein und dieselbe Wirkung, zu der ja bloſs Thätigkeit gehörte, nicht durch mancherley verschiedene Stoffe hervorgebracht werden können, nur mit dem Unterschiede, daſs unter diesen Umständen dieser, unter jenen Umständen jener, alle aber bloſs durch ihre Thätigkeit wirksam wären? — Möchte es nicht vorzüglich wichtig seyn, bey Erklärung Galvanischer, electrischer, magnetischer u. a. Erscheinungen mehr auf die in allen den, den Grund zu diesen Phänomenen enthaltenden Körpern nach ihrer specifischen Capacität dafür mehr oder weniger gegenwärtige sogenannte latente Wärme Rücksicht zu nehmen, wenn man schon ohnehin z. B. sieht, wie das in uns das Gefühl der Wärme hervorbringende uns bis jetzt noch unbekannte x im Zustande seiner sogenannten Freyheit die Action einer Galvanischen Kette dem Grade nach modificirt, eine unwirksame Kette wirksam machen kann, wie ein den Galvanismus völlig isolirender Körper, das Eis, durch Beytritt der Wärme zu Wasser und damit zum Leiter, durch weitere Verbindung damit, wenn dieses Wasser zu Dunst wird, abermals zum Nichtleiter wird? — — Doch, ich vergaſs, daſs dies nicht eigentlich hieher gehörte, an einem andern Orte sollen

len uns diese und andere ähnliche Umstände zu interessanten Betrachtungen Anlaſs geben. Ich wollte vor der Hand nur zeigen, daſs aus dem für Galvanische Versuche mit Kette aufgefundenen Gesetz für die Bedingungen, unter welchen wirksame Action in ihnen statt hat, gar nicht folgen könne, daſs in Galvanischen Versuchen *ohne Kette* keine erfolgen könne, daſs folglich die letzteren auch, wiewohl Herr *von Humboldt* das Gegentheil glaubte, gar nichts zur Widerlegung eines Gesetzes vermögen, was durch die Erfahrung ohnehin schon fest genug begründet ist. Wir verweilen uns nicht mit Aufstellung jener sonst sehr merkwürdigen zuerst von Herrn *von Humboldt* entdeckten, aber nur bey einem äuſserst hohen Grade von thierischer Reizbarkeit positiven Fälle *ohne Kette;* man findet sie in dessen oftgenanntem Werk S. 42. — 47. und ihre Anführung gegen Herrn *Volta's* Theorie, daselbst S. 373. u. f. — Gewiſs geht bey Bildung jeder geschloſsenen Kette, wenn zwey Glieder derselben, ehe die Schlieſsung geschieht, in Berührung kommen, in diesen dasselbe vor, wie in jenen Versuchen ohne Kette, nur daſs hier gewöhnlich der Grad der Erregbarkeit der dabey befindlichen Organe nicht hoch genug ist, um sichtbar darauf zu reagiren, und da sich die in jener und diesen dabey vorgehende Veränderung, sie werde nun sichtbar oder nicht, allerdings auf eine Thätigkeit reducirt, diese aber nicht ohne eine bestimmte Richtung gedacht werden kann, so wird in *Fig.* 31. nachdem auf beiden Seiten dasselbe geschehen ist, wenn nachher in *e* geschlossen wird, vorausgesetzt, daſs auf beiden Seiten Qualität und Quantität der Kettenglieder

d, d,

[illegible] gleiche Dinge [illegible] gemacht und [illegible] Fähigkeiten, [illegible] noch [illegible] Grund [illegible] [illegible] andern Umständen, [illegible] [illegible] Methode, [illegible] beiden [illegible] unter andern Umständen [illegible], wie man, wenn man sich an [illegible] Abwege [illegible] Folge, daß [illegible] daß, wenn [illegible] Kleiner [illegible] auch [illegible] wird, [illegible] zu seyn. [illegible]

Diesem Gesetze gemäß [illegible]

d, *d*, *c*, *c*, *a*, *a*, *b*, *b*, und ihre relative Folge auf einander auf jeder genau dieselbe sey, daſs folglich die Thätigkeiten ihrer Direction und Gröſse nach genau einander entgegen stehen, also kein Grund für eine Action da ist, auch keine erfolgen können; — ich und andere haben aber auch wirklich bis jetzt unter diesen Umständen, wenn alles genau erwogen wurde, noch keine erfolgen sehen. Nicht so bestimmt lieſse sich in *Fig*. 32. behaupten, daſs hier keine Action erfolge, die bey einem sehr hohen Grade von Erregbarkeit des in der Kette befindlichen Nerven oder Muskels, oder beider, Contraction des letztern zu bewirken im Stande sey, wiewohl ich bisher unter solchen Umständen noch keine erfolgen sah, woraus aber, wie man, wenn man sich an das oben im vierten Absatz dieses §. gesagte erinnert, leicht einsehen wird, keinesweges folgt, daſs wirklich keine Action vorhanden gewesen sey, sondern nur so viel, daſs, wenn eine da war, sie kleiner seyn muſste, als das am genannten Ort bestimmte x, — so wie es sich auch anderswo ergeben wird, wie wahrscheinlich es sey, daſs eine unter diesen Umständen erfolgende Action in einer gewissen Hinsicht von einer in z. B. *Fig*. 10. — 12. entstehenden, specifick verschieden seyn müsse.

Jene Gesetze gelten übrigens eben so wohl für Versuche mit kalt-, als warmblütigen Thieren.

§. 12.

Beobachtungen über die Richtung der Action in der Galvanischen Kette, und merkwürdige Bestimmung derselben durch die chemische Qualität der Leiter.

Wir wenden unsere Aufmerksamkeit auf einen andern merkwürdigen Umstand bey Beobachtung der Erscheinungen in den Versuchen *Fig.* 10. 11. 12. und 17. des §. 8. — Wir bemerkten, daſs, wenn die Organe noch auf einem sehr hohen Grade der Erregbarkeit, worauf sie sich z. B. nicht längst nach der Präparation des Thieres befinden, standen, die Contractionen fast von gleicher Stärke in beiden Extremitäten erschienen. Hatten hingegen die präparirten Organe eine Stunde oder länger gelegen, oder waren sie schon einige Zeit den Versuchen unterworſen gewesen, wodurch sie minder reizbar geworden waren, so sahen wir bey Schlieſsung der Kette in *g* sehr deutlich, wie nicht mehr beide, wären sie auch vorher gleich starken Reizungen ausgesetzt gewesen, mit gleicher Heftigkeit contrahirt wurden, sondern die eine Extremität, und zwar, was sehr merkwürdig ist, die, deren Nerv mittel- oder unmittelbar durch den Zink armirt war, wurde meist stärker, als die andere, oder wenn die Reizbarkeit noch mehr abgenommen hatte, diese ganz allein bey Schlieſsung, die entgegengesetzte mittel- oder unmittelbar durch Silber armirte aber entweder stärker als die erste, oder ganz allein, bey Trennung der Kette, in Zuckungen versetzt, sobald wir uns nur in acht nahmen, daſs das Schlieſsen und Trennen nicht mit zitternder Hand

oder

oder Apparat geſchah, wo Schlieſsung und Trennung nicht rein, ſondern mit mehreren auf einander folgenden, und mit einander abwechſelnden Schlieſsungen und Trennungen, welche eben ſo gemiſchte Erſcheinungen an den Organen zur Folge hatten, begleitet waren. War die Reizbarkeit noch tiefer geſunken, ſo zuckte bloſs noch bey Schlieſsung, nicht mehr bey Trennung der Kette, die der erſteren zugehörige Extremität. (Ungleiche Erregbarkeit beider im Verſuche befindlichen Extremitäten, kann, nachdem jene Differenz mehr oder minder beträchtlich iſt, bisweilen zu dieſer angemeſſenen Anomalien Anlaſs geben, denen man indeſs nicht zu oft ausgeſetzt iſt. Methoden, die Reizbarkeit eines Organs zu meſſen, iſt hier anzugeben, nicht der Ort.) Wir ſehen, um es kurz zu wiederholen, ſehr auffallend, wie auf die mit dem Zink armirte Extremität bey Schlieſsung der Kette ein für Muskelbewegung wirkſamerer Eindruck geſchah, als auf die entgegengeſetzte, bey der Trennung hingegen auf die letztere mit Silber armirte ein ſtärkerer, wie auf die erſtere. Und ſo erhält dadurch die Vermuthung, welche ſich uns ſchon vorhin bey dieſen und anderen Verſuchen aufgedrungen haben wird, daſs nemlich, wenn eine in der Galvaniſchen Kette entſtehende Thätigkeit durch eine ihr entgegengeſetzte gleiche oder ungleiche ganz oder zum Theil vernichtet wird, wie die Verſuche Fig. 9. 13—17. 21. 22. und andere lehrten, dieſe eine beſtimmte Richtung haben müſſe, Beſtätigung. Man kann überhaupt bey einigem Nachdenken leicht finden, daſs, wenn in jedem Berührungspunkte zweyer heterogener Körper in der Galvaniſchen Kette, eine

nach

nach beiden Seiten mit gleicher Stärke wirkende Kraft rege werde, wir von keinem Galvanischen Versuche etwas wissen würden; es muſs daher das Gegentheil statt finden. Noch aber wissen wir nicht, ob der Nerv in Rücksicht auf Muskelbewegung von einer Action bestimmten Grades in der Galvanischen Kette wirksamer afficirt werde, wenn sie ihm in derselben Richtung, wie er in den Muskel geht, oder, wenn sie ihn in entgegengesetzter Richtung trifft. Selbst die gewöhnliche Meinung, daſs im lebenden Körper bey willkührlicher Bewegung, der den Nerv wirksam reizende Eindruck der Richtung seiner Thätigkeit nach von dem Sensorio aus, folglich in einer mit dem Nerven gleichlaufenden Richtung geschehe, ist bis jetzt noch nicht so bewiesen, daſs wir uns ihrer der Analogie gemäſs bedienen könnten, um daraus wahrscheinlich zu machen, wie eine Thätigkeit in den Galvanischen Versuchen den Nerven lebhafter afficire, wenn sie ihn in einer dem Laufe des letzteren nach dem Muskel gleichgehenden Richtung treffe, da es sich eben so gut denken läſst, daſs bey willkührlicher Muskelbewegung durch Geistesthätigkeit in den im Sensorio befindlichen Endpunkten eines Bewegungsnerven eine vorher auf einem gewissen Grade stehende ohne „ Willenseinfluſs gleichmäſsig fortdauernde (wofern sich der Beweis in der Folge ergeben möchte) Thätigkeit in denselben auf einen *niederen* Grad gebracht werde, wodurch sich die in den übrigen Theilen des Nerven, selbst in den entgegengesetzten äuſserſten Endpunkten desselben, (und damit die in den mit diesen organisch zusammenhängenden Muskelfäserchen) mit der in den ersteren

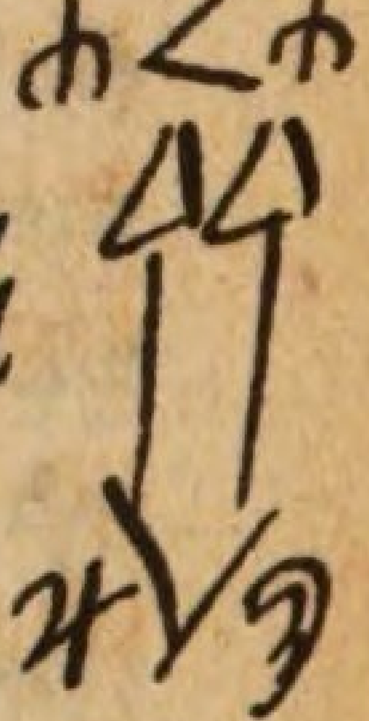
/ihn

u

[illegible] gleichgültige [illegible] wirksame Kraft [illegible], und [illegible] galvanischen Versuche [illegible] erzeugen, [illegible] Gegentheil [illegible]. Auch [illegible] die Nerv [illegible] Verbreitung von einer [illegible] Reitz [illegible] in derselben Richtung [illegible], oder, wenn [illegible] in entgegengesetzter Richtung geht. Selbst die gewöhnliche Meinung, daß im lebenden Körper bey willkührlicher Bewegung, der [illegible] den Nerv [illegible] reizende Einfluß der [illegible] seiner Thätigkeit nach von dem [illegible] in einer [illegible] dem Nerven [illegible] Richtung geschähe. [illegible] bis jetzt noch [illegible], daß wir [illegible] über die [illegible] gänzlich [illegible], und daraus wahrscheinlich zu machen, was eine Thätigkeit in den Galvanischen Versuchen den Nerven lebhafter [illegible], wenn sie ihn in einer dem Laufe des [illegible] nach dem Muskel gleichgehenden Richtung mache, [illegible] sich [illegible] gut denken läßt, daß bey willkührlicher Muskelbewegung die [illegible] im Gehirne befindlichen Endpunkten eines [illegible] eine vorher auf einem gewissen Grade stehende, ohne Willensschluß gleichmäßig [illegible] dauernde (wofür sich der Beweis in der Folge ergeben möchte) Thätigkeit in denselben auf einen niedern Grad gebracht werde, wodurch sich [illegible] in den übrigen Theilen des Nerven, selbst in den entgegengesetzten [illegible] Endpunkten [illegible] das in den [illegible] der Muskelfasern [illegible]; mit der [illegible] steren im Sensorio befindlichen, plötzlich ins Gleichgewicht, und dieses folglich in der dem Laufe des Nerven entgegengesetzten Richtung, zu setzen veranlaſst wird, — ich sage, daſs sich dies eben so gut denken läſst, als der umgekehrte Fall, wo *Erhöhung* der Thätigkeit in den im Sensorio befindlichen Bewegungsnervenenden, Setzung ins Gleichgewicht nach mit dem Nerven gleichlaufender Richtung bewirken würde, da wir bis jezt noch kein Factum haben, was ganz entscheidend für das eine, mit Ausschluſs des andern spräche, indem sich selbst die Unterbrechung der Propagation durch Druck, Unterband, Durchschnitt, chemische Zerstörung, u. s. w. des Nerven, eben so gut auf die eine, als auf die andere Art erklären läſst, da sie nichts thut, als daſs sie — und dieses ist eben das merkwürdige, bey Bildung der Theorieen über den Galvanismus, aber auch eben darum zu deren groſsem Nachtheil, bisher fast ganz vernachläſsigte Resultat, was sich aus jenen Versuchen ziehen läſst — die für Fortpflanzung jener, unmittelbar die Muskelfaser angehenden Thätigkeit — von der sehr wohl die, diese erst erregende, in der Galvanischen Kette statt habende, die an keine organische Structur u. s. w. des Leiters nothwendig gebunden ist, und die man im Gegensatz der ersteren, die niedere, und jene die höhere nennen könnte, zu unterscheiden ist, — nöthige Bedingung, nemlich den in der specificken Structur des Nerven und dem gewissen zur Verrichtung des Nerven durchaus nöthigen örtlichen Verhältniſs seiner homo- und heterogenen Theile zu einander bestehenden ungestörten organischen Zusammenhang des

Sensorii mit dem zu bewegenden Muskel vermittelst seines Nerven, und zwar jene beym mäſsigen, nachher wieder gelöſsten Unterband, nur auf eine auf die Dauer des Unterbandes beschränkte Zeit lang ganz oder mehr oder weniger, beym Durchschnitt aber auf so lange, bis die Organisation, welche dieses allein zu thun im Stande ist, wenn sie dazu Gelegenheit hat, jene Trennung völlig wieder hergestellt hat, und gänzlich, aufhebt. Ja es ist eben so denkbar, daſs nach Verhältniſs der Umstände die Propagation bald nach dieser, bald jener Richtung, nachdem es nöthig ist, daſs eine auf mittlerem Grade stehende Thätigkeit, z. B. bey einem mittelmäſsig contrahirt seyenden Muskel, nachdem er in einen gröſseren oder minderen Zustand der Zusammenziehung übergehen soll, bald erhöhet, bald erniedriget werde, geschehe; — nur habe ich wohl kaum zu erinnern nöthig, daſs hier nur die Propagation der sich ins Gleichgewicht setzenden Thätigkeit der von dem Mehr bestimmten Richtung nach, verstanden sey, nicht aber die des Setzens ins Gleichgewicht selbst, die sehr wohl von jener zu unterscheiden ist, indem es von dieser allerdings, daſs sie bey willkührlicher Muskelbewegung, — wenn man anders bey dieser überhaupt erst an eine solche Propagation zu denken berechtigt ist — und anderer, durch Anbringung eines Reizes an einen Nerven auſserhalb seines von dem organischen Ganzen abgetrennten Muskels veranlaſster, von der gereizten Stelle aus, in mit dem Nerv in den Muskel gleichlaufender Richtung, nach diesen fortgehe, am

Vergl. Schaffh. S. 73. Hier ist es genau der Fall



wahrscheinlichsten, ja im letzten Falle so gut wie gewiſs ist.

Diese kurze Betrachtung wird hinreichend seyn, um zu zeigen, daſs uns die zu Anfang dieses §. und andere in §. 1. erzählte Erscheinungen noch nicht in den Stand setzen, etwas über die Richtung der Thätigkeit, woher sie komme, und wohin sie gehe, mit Zuverläſsigkeit auszumachen, daſs es also noch zu voreilig seyn würde, wenn wir z. B. sagen wollten, die Thätigkeit ginge vom Silber aus, nach dem Zink, und sodann in den Nerven, weil wir dann voraussetzen würden, daſs der Nerve wirksamer gereizt werde, wenn die Action ihn in derselben Richtung träfe, wie er in den Muskel läuft, als im umgekehrten Falle, was wir aber noch nicht beweisen können. Wir müssen daher vor der Hand noch bey dem reinen Factum stehen bleiben, bis wir auf anderem Wege nähere Belehrung über jenen Gegenstand erhalten haben, und wir wissen weiter nichts, als daſs, z. B. in *Fig.* 11. u. 12., bey Schlieſsung der Kette der mit Zink mittel- oder unmittelbar armirte Nerve wirksamer wie der erstere gereizt worden sey. Aber auch schon dieses ist uns sehr merkwürdig. — Bereits Herr D. *Pfaff* hatte (s. *über thierische Elektricität und Reizbarkeit.* 1795. *S.* 28. 101.) ähnliche Beobachtungen, und nachher auch Herr D. *Michaelis* (s. *Grens* neues *Jornal der Physik. Band IV. Heft.* 1. *S.* 10. *ff.*), doch beyde ohne sie weiter zu verfolgen, gemacht. Noch unbekannt mit denselben hatte ich auf anderem Wege das nemliche gefunden, und bereits durch mehrere Versuche erweitert. Die Er-

scheinungen aus meinen wenigen zeither über diesen Gegenstand angestellten Versuchen, lassen sich unter folgende Resultate zusammenfassen. War *f* in *Fig*. 11. oder 12. Braunstein in mancherley Gestallt, *e* hingegen Reiſsbley, oder eines von den den Galvanismus leitenden Erzen, oder Kohle, oder irgend ein Metall, so zuckte bey Schlieſsung der Kette allemal der dem mit Braunstein armirten entgegengesetzte Schenkel *b* am stärksten oder allein, und bey der Trennung *a*. War *f* Reiſsbley, *e* aber ein leitendes Erz, Kohle oder ein Metall, so zuckten die Schenkel in derselben Ordnung. Lag ein Erz an der Stelle von *f*, an der von *e* aber Kohle, oder irgend ein Metall, so war ebenfalls die Ordnung dieselbe. War *f* Kohle, und *e* eines von den Metallen, welches es auch sey, so war abermals die Folge der Contractionen der Ordnung nach die vorige. Wenn *f* und *e* zwey verschiedene Metalle (bey völlig gleichartigen erfolgt bekanntlich nichts) waren, so wurde bey Schlieſsung der Kette allemal die mit dem, dem Sauerstoff unter beiden am nächsten verwandten Metall, armirte am stärksten oder allein contrahirt. (Bloſs
n das Eisen, das auch in anderen Rücksichten Beson-
u derheiten hat, machte auch hier eine scheinbare Ausnahme, indem es nicht in diesen Versuchen, wie es nach der durch Versuche über Niederschlagung eines Metalls aus Säuren durch das andere im metallischen
19 Zustande, aufgefundenen Reihe in *Grens Handbuch der gesammten Chemie. Theil IV*. *S*. 162, die aber freylich sehr unbestimmt den reinen Verwandtschaftsgrad eines Metalls zum Sauerstoff angeben muſs, da hier sich zugleich die verschiedene Verwandschaft je-

der [illegible] [illegible], [illegible] und andern [illegible], [illegible], [illegible] nun aus der durch Galvanische Versuche aufgenommenen. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] für den [illegible] [illegible] [illegible] Reihe [illegible] gleich [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], zur [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] stellte. Ich unterlasse [illegible], die Folge der besondern [illegible] aufeinander in der Reihe der todten Körper, hier bestimmen anzugeben, und begnüge mich bloss auf die nothwendige Zusammenstellung dieser Ordnung mit der, in welcher [illegible] diese Körper in Rücksicht auf ihre [illegible] [illegible] finden, um allgemeiner anschaulich zu machen. Dieses wird diejenigen, welche bestimmtere Auskunft wünschen, zu eigenen Versuchen veranlassen. Sie würden mit Körpern Versuche anstellen können, die ich entweder [illegible], oder doch nicht für völlig [illegible] [illegible] [illegible] Verschieden[illegible], und es wird [illegible] [illegible] [illegible], wie [illegible] dieses Schema [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] Theil zu seinem Gegenstand [illegible] [illegible] werden. Da [illegible] [illegible] aus dem [illegible] [illegible] [illegible] noch folgendes. Wenn [illegible] und [illegible] [illegible] [illegible], die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], so aber [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] auch [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] nur mit [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] lassen [illegible] im [illegible] Körpern [illegible]. [illegible] [illegible] im Grunde [illegible] [illegible], [illegible] [illegible], oder [illegible] der [illegible] [illegible], oder [illegible], oder irgend ein [illegible] [illegible] die Entstehung der Säure überall [illegible] [illegible] [illegible] entgegengesetzte [illegible] [illegible], und bey der [illegible] [illegible] [illegible] aber [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], so [illegible] die [illegible] [illegible] [illegible] oder irgend ein [illegible] [illegible] die Gränze [illegible] [illegible] von den [illegible], [illegible] die [illegible] die Folge der [illegible] [illegible] der [illegible] nach [illegible] indem es nicht [illegible] Versuchen [illegible] [illegible] durch Versuche [illegible]

⌈Zu der Säure ~~der~~ Auflösung

des Metalls, oder richtiger seines Kalkes/, und andere Umstände, einmischen, die aber doch sonst mit der durch Galvanische Versuche aufgefundenen, vielleicht den *reinen* Verwandschaftsgrad für den Sauerstoff anzeigenden Reihe ziemlich gleich läuft, — hätte seyn sollen, sich gleich hinter den Zink, sondern zwischen Bley und Kupfer stellte. Ich unterlasse übrigens, die Folge der besondern Glieder aufeinander in der Reihe der festen Körper, hier bestimmter anzugeben, und begnüge mich bloſs, auf das merkwürdige Zusammentreffen dieser Ordnung mit der, in welcher sich diese Körper in Rücksicht auf ihre Beziehung zu dem Sauerstoff finden, im allgemeinen aufmerksam zu machen. Dieses wird diejenigen, welche bestimmtere Auskunft wünschen, zu eigenen Versuchen veranlassen, sie werden mit Körpern Versuche anstellen können, die ich mir entweder gar nicht, oder doch nicht im völlig reinen Zustand, zu verschaffen im Stande war, und so wird, nicht zu gedenken des Vergnügens, was ihnen dieses Selbstfinden gewähren wird, unvermerkt der Schatz der Erfahrungen über unsern Gegenstand ansehnlich bereichert werden. Das gesagte gelte auch von dem nur allgemein bestimmten noch folgenden). Wenn *f* eine mit Sauerstoff bereits gesättigte Flüssigkeit, als der gewöhnlichen Säuren eine, übersaure Salzsäure, Arsenickkalkauflösung u. s. w. war, *e* aber einer der vorhin genannten festen Leiter, welcher es auch sey, so war die erste Contraction beständig auf der Seite des letzteren, d. i. auf der Seite des noch nicht mit Sauerstoff verbundenen, sondern bloſs Verwandtschaft dazu habenden Körpers. Noch nicht mit Sauerstoff verbundene, oder solche Flüssigkeiten, die oxydirbare (nicht oxydirte) Bestandtheile aufgelöst hielten, z. B. die sämmtlichen luftleeren oder kohlensauren Laugensalze, die Schwefellebern u. a. Körper, wenn sie auf einer Seite *f*, auf der andern aber einer von den genannten festen Körpern waren, gaben jederzeit die erste Zuckung auf der Seite des letzteren. War also, um es kurz zu wiederholen, der eine von beiden Körpern *f* u. *e* in *Fig.* 11. oder 12. ein *mit Sauerstoff gesättigter*, der andere ein fester *noch nicht damit verbundener*, doch den Braunsteinkalk im chrystallinischen Zustande nicht ausgenommen, so war die Contraction bey Schlieſsung der Kette auf der Seite des *letzteren*; war die leitende Flüssigkeit aber eine noch *nicht oxydirte*, also zum Sauerstoff, oder ihn enthaltenden Stoffen Verwandtschaft habende *Bestandtheile gelöst enthaltende*, so war die erste Zuckung auf der Seite *dieser*, nicht wie vor auf der des festen Leiters; waren *beide feste Leiter* des Galvanismus, so war bey zwey verschiedenen *Metallen* die erste Zuckung auf der Seite des *dem Sauerstoff am nächsten verwandten* Metalls, bey *Metallen und den übrigen Körpern*, oder unter *diesen allein* aber, auf der *vorhin angegebenen* Seite, denn hier läſst sich nicht so gut durch Verwandtschaft für Sauerstoff bestimmen, da anderweitige Versuche es noch nicht so erlauben, wie bey den Metallen, wiewohl es möglich ist, daſs auch hier die reine Verwandtschaft dafür angegeben wird, die wir bisher aus andern Versuchen noch nicht wuſsten, — und dieses wird um so wahrscheinlicher, wenn man sieht, wie der ganz mit Sauerstoff gesättigte Braunstein sich in dieser

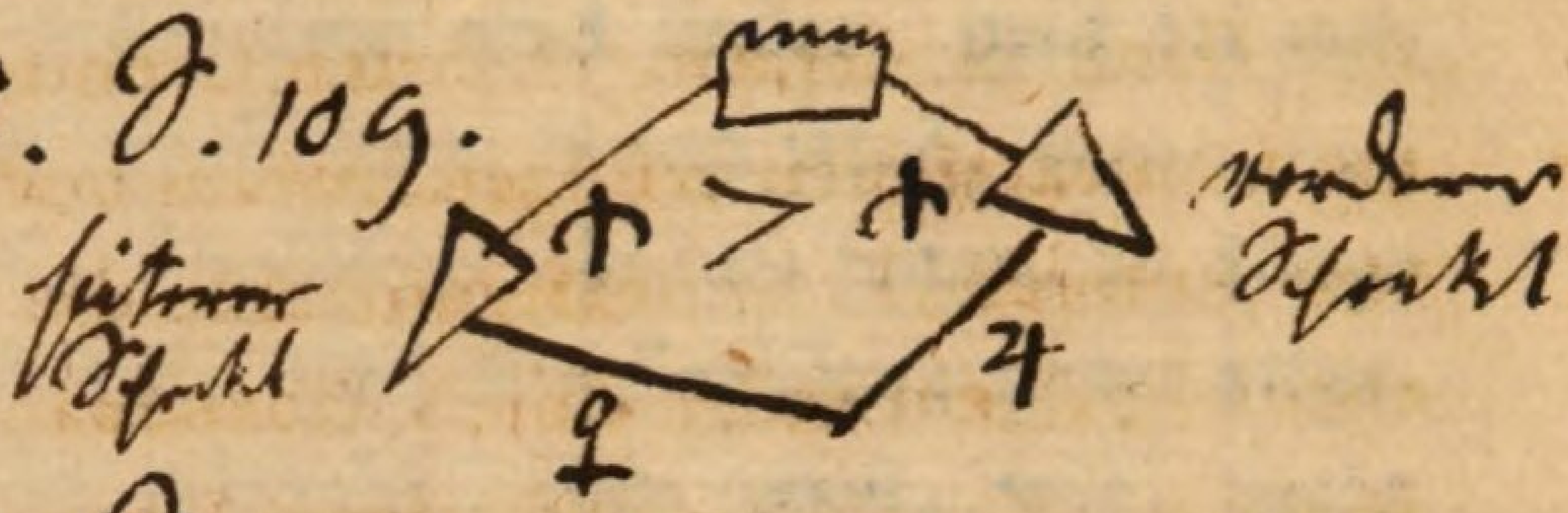
Reihe ganz oben an, gerade als derjenige Körper, der unter diesen sämmtlichen festen Leitern die geringste Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, stellt. Nie habe ich gesehen, daſs wenn er in *Fig.* 11. oder 12. mit irgend einem der andern festen Leiter des Galvanismus verbunden, mit Ausschluſs anderer excitirender Flüssigkeiten, Glied der Kette war, die Zuckung bey der Schlieſsung auf seiner Seite gewesen wäre, immer war sie auf der entgegengesetzten. Dieses sonderbare Verhalten muſs den Chemiker von neuen auf diesen merkwürdigen Körper aufmerksam machen, denn kaum ist es glaublich, daſs, gesetzt völlig reiner Braunsteinkalk (die reine Verbindung der Braunsteingrundlage mit Sauerstoff) sey (was bis jetzt noch nicht ausgemacht ist) wie die übrigen Metallkalke im festen Zustande, ein isolirender Körper, daſs dieser völlige Isolator durch Beymischung eines geringen Antheils von Kohle oder Graphit (*s. von Humboldt a. a. O. S.* 124. 125.) zu einem Körper umgeschaffen werden sollte, der an Wirksamkeit diese beiden Stoffe im abgesonderten Zustande, so weit übertrifft! Wie merkwürdig wäre es, wenn man einst, — und dies ist mehr als wahrscheinlich, — fände, daſs das Braunsteinmetall gerade an der entgegengesetzten äuſsersten Stelle jener Reihe, in die der unter allen Galvanischen festen Leitern dem Sauerstoff am meisten verwandte Stoff gehören würde, sich stellte! Die so äuſserst leichte Verkalkbarkeit desselben an der Luft, die es nöthig macht, daſs man es um diese Verkalkung zu verhüten, in Weingeist oder Öl aufbewahre, und die beträchtliche über 30. p. c. betragende Gewichtszunahme desselben bey der Verkalkung im Feuer, geben dieser Vermuthung nicht wenig Gewicht. — Man sieht überhaupt aus der so überaus merkwürdigen Beziehung, die zwischen der Wirksamkeit der Galvanischen Leiter, und ihren chemischen Verhältnissen statt findet, und die sich noch viel weiter ausdehnen lassen wird, wenn man alle jene Körper, die diesen Einfluſs leiten, in dieser Hinsicht untersucht, und die Resultate unter allgemeine Ausdrücke gebracht haben wird, wie, nicht zu gedenken, welchen Einfluſs dieses einst auf Bildung einer Theorie über jene Erscheinungen, mit der aber, wenn sie die wirklich wahre ist, gewiſs noch mehr, als die Theorie bloſs dieser Erscheinungen gegeben seyn möchte, haben muſs, wie ein wichtiges Reagens bis dahin und alle Zukunft überhaupt, die thierischen Organe, vorzüglich dem Chemiker, aber auch dem Mineralogen und Künstler, abgeben werden, obschon, ehe dieses Mittel in allgemeine Anwendung gebracht werden kann, vorher noch weitläuftige, aber auch gewiſs sehr belehrende Untersuchungen, und nach diesen, jedem, der davon Gebrauch machen wollen wird, eine beträchtliche Geübtheit und Accuratesse in diesen Versuchen, nöthig seyn wird.

Der Erfolg in Rücksicht des Orts der Contractionen wird ferner ganz derselbe seyn, wenn, nicht wie in *Fig.* 11. u. f., die beiden Extremitäten noch organisch zusammenhängen, sondern wie in *Fig.* 29. getrennt, und nur durch einen Leiter *a*, es sey ein fester oder flüssiger, in Verbindung stehen, auch wenn, wie in *Fig.* 33. dieser Leiter nicht die

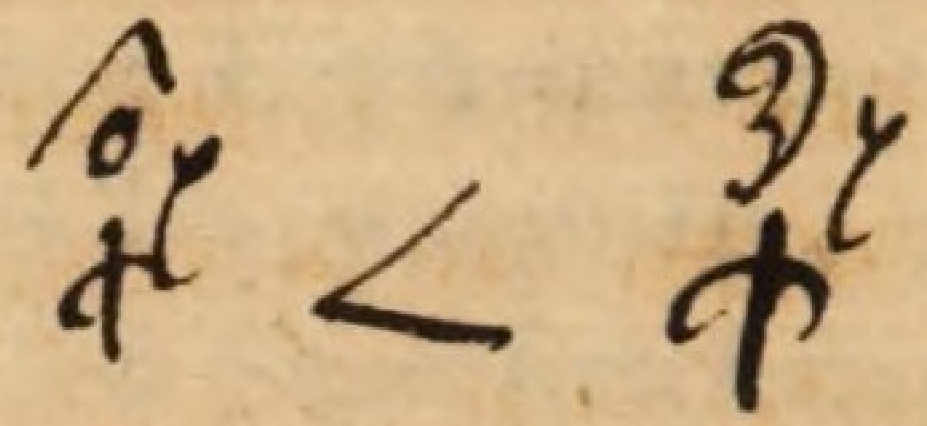
[illegible]

[illegible]

Vergl. Pfaff. S. 109.


hinterer Schenkel
>
vorderer Schenkel
4
♀

S. 110. . . . .



Muskeln, sondern die Nerven beider Theile verbindet, sobald nur die Kette *oberhalb* dieses Leiters mit den zu versuchenden Körpern geschlossen wird.

Ganz in der umgekehrten Ordnung aber werden die Contractionen erfolgen, wenn bey zwey getrennten unteren Froschextremitäten die Nerven zwar ebenfalls, entweder durch Übereinanderlegen, wie in a *Fig.* 37., oder durch einen Leiter a *Fig.* 34. verbunden werden, die beiden zu versuchenden Körper f und e aber *unterhalb* der leitenden Verbindung entweder an die Nerven, oder an die Muskeln unmittelbar, oder gleichförmig mittelbar wie in *Fig.* 37. gebracht werden, und man auf die bekannte Weise verfährt. Hier wird, wenn f und e in *Fig.* 34. — 36. überall gleiche Bedeutung mit f und e in den zu Anfang dieses §. gebrauchten Formeln *Fig.* 11. und 12. haben, die erste Contraction nicht mehr in der mit e, sondern in der mit f mittel- oder unmittelbar armirten Extremität seyn, und die zweyte (bey der Trennung) in der entgegengesetzten mit e armirten, die vorhin die erste war. Schon in *Fig.* 38., wo a und b noch organisch verbunden, f und e aber gleich groſse, etwa Linienbreite sonst aber heterogene Leiter, und zwar von obiger Bestimmung, d. h. z. B. von zwey Metallen f das dem Sauerstoff am wenigsten verwandte, als Silber, e das ihm am stärksten unter beiden verwandte, wie Zink, sind, werden bey Berührung von f und e in g, bey übrigens auf beiden Seiten gleichen Umständen, gewöhnlich die mit f armirten Muskeln, nicht die mit dem e belegten, am stärksten oder allein contrahirt werden. — Man könnte vielleicht — und so ist es mir im Anfange selbst gegangen, — zufolge der Versuche *Fig.* 35—38. glauben, daſs die Muskelreizbarkeit in Rücksicht der ihr, um sie zu erregen, zugehörigen Reize, von der der Nerven verschieden sey, oder mit andern Worten, daſs das, was durch den Nerven den Muskel wirksam reizt, ihn nicht so wirksam reize, wenn es unmittelbar auf den Muskel wirke, und ferner, daſs die Galvanische Einwirkung, welche durch den Nerven den Muskel nur schwach reizt, ihn wirksamer afficire, wenn sie den Muskel unmittelbar trifft; — der Versuch *Fig.* 34. aber, wo die Muskeln nicht selbst in der Kette befindlich sind, sondern die Nerven derselben allein, und wo doch der Erfolg der nemliche ist, widerlegt diese Meinung alsbald. Man sieht sogleich, daſs, wenn, und wie es nicht anders seyn kann, in *Fig.* 11. 12. u. 33. die in der Kette erregte Thätigkeit die Nerven *c*, *d* daselbst, in einer bestimmten (und folglich *d* in der umgekehrten von *c*) Richtung trifft, obschon wir noch nicht ausmachen können, in welcher, daſs in *Fig.* 34—38. die Richtung ganz die entgegengesetzte, der Erfolg also auch, wenn er im vorigen Fall ein bestimmter war, wie er es war, in diesem der umgekehrte des vorigen seyn müsse, ohne daſs dazu eine specifiche Reizbarkeit des Muskels gehöre. Um den Ausdruck des Resultats mehr zu vereinfachen, vergleichen wir damit die schon oben §. 1. in *Fig.* 1. u. 2. bemerkten Erscheinungen. Wenn dort *d* und *k* Zink, *b* und *g* aber Silber wären, so war bey Schlieſsung der Kette die Contraction des Schenkels *a* oder *e* weit lebhafter, als wenn *d* und *k* Silber, *b* und *g* aber Zink waren. Ueberhaupt aber

ist

ist in *Fig.* 1. die Contraction beym Schluſs der Kette am stärksten, oder bey niederer Reizbarkeit überhaupt nur dann erfolgend, wenn *d* von zweyen heterogenen Leitern derjenige war, auf dessen Seite unter der Formel *Fig.* 11. die lebhafteste Zusammenziehung bey Schlieſsung der Kette erfolgte, indem der andere die zweyte bewaffnete. In *Fig.* 1. wurde also *a* weit stärker, oder bey niederer Reizbarkeit überhaupt nur unter dieser Bedingung, bey Herstellung der Kette contrahirt, wenn *d* gleich *e* in *Fig.* 11. nach der im zweyten Absatz dieses §. gegebenen Bedeutung, und *b* gleich *f*, als wenn *b* gleich *e* und *d* gleich *f* war; bey Trennung der Kette erfolgte in dem letzten Fall die stärkere Zusammenziehung. Genau dasselbe erfolgte unter diesen Umständen in *Fig.* 39., wo nicht zugleich die Muskeln, sondern der Nerv allein Glied der Kette, und *b* und *d* von gleicher Bedeutung mit der hier genommenen von *b* und *d* in *Fig.* 1. ist. — Was man nun in *Fig.* 1. und 39. nach einander in den auf einander folgenden Momenten der Schlieſsung und Trennung der Kette sieht, das hat man in *Fig.* 11. 12. 33. u. 34—37. zugleich. In *Fig.* 11. z. B. steht die den gröſsten Bestimmungsgrund abgebende, und den zur wirklichen Thätigkeit in der Kette gehörigen Antheil Kraft, der nach Abzug der übrigen in der Kette befindlichen in Rechnung zu bringenden Bestimmungsgründe übrig bleibt, hergebende Heterogeneität *g*, wenn man die oben bestimmte Bedeutung von *f* und *e* auf *b* und *d* in *Fig.* 1. überträgt, zu dem einen Froschschenkel *b* *Fig.* 11. und seinem Nerven *d*, in dem nemlichen Verhältnisse, wie *l* in *Fig.* 1. zu *ac*, zugleich aber zu dem Schenkel *a Fig.* 11. und dessen Nerven *c* in dem umgekehrten, und zwar dadurch, daſs in der letztgenannten Figur *f* mit dem Schenkel *b*, und *e* mit dem Schenkel *a* nicht unmittelbar, sondern vermittelst einer Zuleitung, die aber selbst wieder ein dem ersteren ganz gleich präparirtes Organ ist, für welches nun abermals das erstere wieder Zuleitung wird, kurz so, daſs sich die Organe einander wechselseitig zuleiten, in Verbindung steht, wodurch sich zugleich die durch Berührung von Nerv und Muskel in *Fig.* 11. entstehenden Bestimmungsgründe α und β und ähnliche in andern Formeln, wegen ihrer Gleichheit wechselseitig aufheben, und die *Fig.* 11. (und auf gleiche Art *Fig.* 10. 12. u. 33.) in die ihrer Gültigkeit nach ihr dann völlig gleiche Formel *Fig.* 40. übergeht, wo beide Extremitäten nicht mehr durch ihre Muskeln, auch nicht durch einen fremden Leiter wie in *Fig.* 29., sondern durch auf einander Durchkreuzen der Nerven beider in γ in Verbindung stehen. Noch deutlicher wird das gesagte, wenn man die *Fig.* 40. in die beiden Formeln *Fig.* 41. *a.* und 41. *b.* zerlegt, aus denen man sich die erstere als zusammengesetzt vorstellen muſs. Aus gleichen Gründen reduciren sich *Fig.* 34—36. auf *Fig.* 42., die sich ebenfalls wieder in ihre Bestandtheile *Fig.* 43. *a* und 43. *b.* zerlegen läſst. Da es nun, wie wir schon oben §. 1. in *Fig.* 1. und 2. gesehen haben, ganz einerley für den Erfolg ist, ob die beiden Excitatoren den Nerven, oder Nerv und Muskel unmittelbar berühren, oder ob einer, oder beide mittelbar durch Leiter von schwacher Excitationsfähigkeit, wie durch *f* und *i* in *Fig.* 2., denen *d* und *c* in *Fig.* 41. *a.* und 41. *b.*, desgleichen

in

in *Fig.* 43. *a.* und 43 *b.*, in so fern sie als die Thätigkeit der Kette leitende Glieder derselben, ohne Rücksicht auf ihre Eigenthümlichkeit für Reiz empfänglich zu seyn, und seine Einwirkung bey ununterbrochenem organischem Zusammenhang mit dem Muskel dahin fortzupflanzen, zu nehmen, anzusehen sind, völlig gleichen, damit in Verbindung stehen, so sieht man, wie in dem Schenkel *b* *Fig.* 34., oder in *Fig.* 35. 36. u. 42. in dem Schenkel *a* bey Schlieſsung der Kette das umgekehrte von dem Schenkel *α* in *Fig.* 10—12. 33. u. 40. vorgehen müsse, und eben so bey der Trennung, wie aber demohngeachtet in *Fig.* 44. bey Schlieſsung der einen von beiden Ketten derselbe Schenkel am stärksten oder allein zucken müsse, man bringe *f* und *e* nun oberhalb, oder unterhalb *α* an, sobald nur in beiden Fällen *f* und *e* auf einerley Seite bleiben; — welches alles die Erfahrung auf das vollkommenste bestätiget. Aber nicht mehr werden in einem einzelnen Moment der Schlieſsung und Trennung der Kette beide Schenkel, vorausgesetzt, daſs sie auf gleichen Graden der Reizbarkeit stehen, und die in der Kette befindlichen Nervenstücke von gleicher Stärke und Länge sind, mit ungleicher Heftigkeit, oder bey minderer Erregbarkeit, nur einer allein, contrahirt werden, wenn sie der Reizung, so wie *Fig.* 45. zeigt, unterworfen werden. Man sieht, daſs die Thätigkeit der Kette beide Nerven, in Beziehung ihrer örtlichen Verhältnisse zu ihren Muskeln, in einerley Richtung, welche diese auch sey, treffe, da dies bisher in den Versuchen *Fig.* 10—12. 33—36. 40. 42. u. 44. nicht der Fall war, indem dort der eine Nerve beständig der Thätigkeit in einer Richtung ausgesetzt war, die die entgegengesetzte von der des andern war. Hat demnach in *Fig.* 45. *e* mit *e* in *Fig.* 11. gleiche Bedeutung, und eben so *f*, wäre also *e* zum Beyspiel Zink, und *f* Silber, so werden bey der Schlieſsung in *g* beide Schenkel *a* und *b*, unter den unlängst vorausgesetzten Umständen gleich heftig und stark, hingegen beide gleich schwach oder gar nicht bey der Trennung der Kette contrahirt werden; — der Erfolg ist der nemliche in *Fig.* 46. Legt man jetzt *f* an die Stelle von *e*, und diese an die des ersteren, so sind, da die Heterogeneität *g* wegen ihrer Gröſse die gröſste Action bestimmt, diese also den zur Thätigkeit der Kette zugehörigen Antheil von Kraft hergiebt, und folglich auch die Richtung der Thätigkeit in beiden Fällen bestimmt, die Verhältnisse beider Organe zu derselben zwar wieder gleich, aber die umgekehrten der vorigen. Was also vorhin, da *e* noch an *c*, und *f* an *d* lag, im Augenblick der Trennung in ihnen vorging, wird jetzt bey der Schlieſsung, und was vorhin bey dieser geschah, jetzt im Augenblick der Trennung vorgehen, d. i. die schwächere oder keine Zuckung wird jetzt in beiden bey der Schlieſsung, die stärkere oder überhaupt eine starke, und wiederum in beiden, bey Trennung der Kette geschehen. — Diese ungleiche Wirkung des Galvanischen Reizes, nachdem er einen Nerven in der mit ihm in seinen Muskel gleichlaufenden Richtung oder in der umgekehrten trifft, zeigt sich unter andern sehr auffallend, und für den Zuschauer unterhaltend in *Fig.* 47., wo *c*, *b*, *c*, *b*, *c*, *b*, sechs von einander getrennte Froschschenkel von einem mittelmäſsigen, aber bey allen

allen gleichen Grad von Erregbarkeit, und *a*, *a*, *a*, *a*, *a*, gleichartige Leiter, z. B. Zinkstangen, nasse Schwammstücken u. s. w. sind, die die Nerven so unter einander verbinden, daſs alle in der Kette befindlichen Nervenstücke von gleicher Länge sind; auſser diesen Leitungen muſs keine Zuleitung durch Feuchtigkeit, die sich zwischen den Schenkeln oder Nerven befinden könnte, statt haben, alles muſs trocken seyn. An die beiden äuſsersten Nerven *d* und *c* bringt man zwey verschiedene Excitatoren, z. B. Zink *e* und Silber *f*; indem man bey *g* schlieſst, zucken am heftigsten oder allein die Schenkel *b*, *b*, *b*, schwächer oder gar nicht *c*, *c*, *c*, — bey Trennung der Kette zucken die, welche vorhin nur schwach oder gar nicht zuckten, nemlich *c*, *c*, *c*, am stärksten oder allein, und die vorhin am stärksten zuckten, thun es jetzt nur schwach oder sind ruhig. Man lege *e* an die Stelle von *f*, und dieses an die des *e*, und alles ist umgekehrt. Die den Muskeln zunächst gelegenen Leiter *a*, *a*, *a*, kann man auch auf die Schenkel selbst legen, und der Erfolg ist begreiflich derselbe. Da man übrigens sehen wird, wie bey gleicher Erregbarkeit sämmtliche Froschschenkel dieses Versuches, die mittleren von denen, die bey dem einen dieser Acte in gleichem Grade contrahirt werden, dieses eben so wenig schwächer oder stärker werden, als die äuſseren derselben, und diese untereinander, so kann dieses zugleich für einen Beweis dienen, daſs von der in der Galvanischen Kette beginnenden Thätigkeit nichts verloren gehe, wenn sie auch bereits mehrere Contractionen veranlaſst habe, daſs sie noch mit derselben Energie wirke, wenn sie bereits durch

durch mehrere Organe, die sie wirksam reizte, gegangen ist, als wenn dies nicht der Fall war, — ein Umstand, der in der Folge wichtig werden, und vielleicht noch strenger bewiesen werden wird, weil sich Folgerungen von Wichtigkeit daraus ziehen lassen werden.

Man kann ferner Ketten bilden, wo durch eine Schlieſsung zwey Ketten zugleich geschlossen werden. Eine solche ist *Fig.* 48. Bleiben *f* und *e* in der einmal von ihnen genommenen Bedeutung, so werden bey Schlieſsung durch Berührung von *f* und *e* in *α*, beide Schenkel stark, bey Trennung beide schwach oder nicht, in *Fig.* 49. aber bey der Schlieſsung beide Schenkel schwach oder gar nicht, und bey der Trennung stark contrahirt werden. Zusammengesetzter ist der Fall *Fig.* 50. Wenn daselbst in *α* geschlossen wird, so werden *b*, *b*, stark, *c*, *c*, schwach oder gar nicht, bey der Trennung aber *c*, *c*, stark und *b*, *b*, schwach oder gar nicht zucken. Aber es können oft noch mehr, als zwey wirksame Ketten durch *eine* Schlieſsung hergestellt werden, und ein solcher Fall ist *Fig.* 51., wo vier wirksame Ketten auf einmal geschlossen werden. Diese Versuche lassen sich auf die mannichfaltigste und unterhaltendste Weise abändern, wobey man sehr oft die groſse Regelmäſsigkeit dabey zu bewundern Ursache hat; wir halten uns indeſs jetzt nicht länger damit auf, da wir noch andere Umstände von Merkwürdigkeit zu betrachten haben.

/n

§. 13.

Beobachtungen über die Gröſse der Actionen und Messung derselben. Allgemeiner Ausdruck für die Gröſse der wirklichen Action in einer Galvanischen Kette und ihre Richtung.

Wir haben oben gehört, daſs nur durch Berührung heterogener Leiter in der Galvanischen Kette die Bedingung für eine Action überhaupt gegeben sey. Es ist hier der Ort, dieses durch Gründe mit Hülfe der *Fig.* 52. zu beweisen. Wir wissen aus §. 9., daſs Bestimmungsgründe von gleicher Gröſse, wenn sie in der Galvanischen Kette sich entgegengesetzt sind, einander aufheben, daſs sie auf Hervorbringung von Action in der Kette nun keinen Einfluſs mehr haben. Im jetzigen Falle werden also α und α, desgleichen auch β und β, sich aufheben, weil a und a als gleichartig angenommen werden. Wäre jetzt in γ ein Bestimmungsgrund vorhanden, so würde, da ihm nun kein anderer von gleicher oder ungleicher Gröſse irgendwo entgegensteht, die dadurch veranlaſste Action ungestört beginnen, und wenn sie gröſser wäre, als das bey jeder Temperatur der Reizbarkeit der Organe, der Gröſse nach verschiedene x, unter welchem jede Action $x - y$, unter sich mit den vorigen völlig gleich bleibenden Umständen in Rücksicht der Hervorbringung sichtbarer Muskelbewegung unwirksam ist, eine dem Überschuſs angemessene Contraction der Organe bewirken. Nie aber habe ich, selbst bey der höchsten Erregbarkeit (daſs hier immer von natürlich hoher die Rede ist, darf ich wohl kaum erwähnen) Contraction entstehen sehen, wenn *a* und *a* völlig homogene Galvanische Excitatoren, z. B. zwey gleiche Metallplatten, waren, und doch war hier jenes *x* so klein, daſs nur sehr wenig Action in *γ* erforderlich gewesen wäre, um gröſser als dasselbe zu seyn, und folglich Muskelbewegung hervorzubringen. Auch dann nicht, wenn ich durch Versuche eine Action fand, die nur um ein weniges kleiner, wie jenes *x* war, diese in der Kette anbrachte, und dazu die von zwey homogenen Metallstücken, unter solchen Umständen, daſs, wenn im letzten Fall eine da gewesen wäre, sie nichts von der ersteren aufgehoben hätte, sondern, wenn man die aufgefundene *a*, und die von zwey homogenen Metallen zu vermuthende *z* nennt, daſs *a* + *z*, wenn *z* nur von irgend einer merklichen Gröſse gewesen wäre, nun gewiſs gröſser als *x*, folglich auf Muskelbewegung wirksam gewesen wäre; aber auch auf diese Art entdeckte ~~ist~~ ch keine Action, so daſs es nun fast gewiſs ist, daſs in *Fig.* 52. völlige Ruhe ist.

Wir haben ferner gesehen, wie eine durch Heterogeneität der Leiter veranlaſste Thätigkeit eine bestimmte Richtung, nach einer von beiden Seiten hin, habe; — desgleichen, wie mit einer von der ersteren verschiedenen Heterogeneität auch die Action dem Grade nach verschieden sey. Der §. 9. lehrte, wie Actionen von gleicher Gröſse einander aufheben, wenn die gleichen Bestimmungsgründe für sie in dem Verhältniſs gegen einander standen, daſs sich die Richtungen der dadurch bestimmten Thätigkeiten entgegengesetzt waren. Aber auch bey Actionen und Bestimmungsgründen

den dazu, von ungleicher Gröſse findet dieses statt, wenn nur die Richtung der Thätigkeit einander entgegengesetzt ist. Dann hebt die kleinere Action m von der gröſseren $m + n$ so viel auf, als sie selbst beträgt, nemlich m, und es bleibt $m + n - m = n$ übrig. Und dieses giebt ein Mittel ab, um die relativen Gröſsen der Actionen unter einander wechselsweise zu *messen*. Nur einige Versuche zur Erläuterung. Wir wollen z. B. wissen, ob die durch die aus der wechselseitigen Berührung von Gold und Zink entspringende Heterogeneität bestimmte Action gröſser oder kleiner sey, als eine durch die von Kupfer und Zink unter gleichen Umständen bestimmte. In der Formel *Fig.* 11. finden wir, daſs wenn f Gold, und e Zink ist, bey der Schlieſsung der Kette die mit dem Zink armirte Extremität am stärksten oder allein contrahirt wird. Ist f Kupfer und e Zink, so wird bey der Schlieſsung ebenfalls auf der Zinkseite die lebhafteste oder darauf allein die Contraction erfolgen. In beiden Fällen hat also die Richtung der Action zu dem in beiden vorhandenen Zink dasselbe Verhältniſs, und um jene Actionen ihrer Richtung nach in *einer* Kette entgegen zu setzen, ist es nöthig, daſs die sie bestimmenden Körper so geordnet werden, daſs, wenn man von einem beliebigen auſserhalb dieser Heterogeneitäten gelegenen Punkte in dieser Kette, in *Fig.* 53. z. B. von h, ausgeht, das örtliche Verhältniſs der mit dem Zink die zu messende Action bestimmenden, von diesem verschiedenen Excitatoren, und namentlich in diesem Fall des Kupfers k und Goldes g zu dem ersten, dem Zink z, z, der dies- oder jenseitigen Richtung nach, dasselbe ist. Schlieſst man in der gedachten Kette in α, so wird, wenn anders die Erregbarkeit der Organe auf einem solchen Grade steht, daſs das dadurch bestimmte, in §. 10. erwähnte, und weiter unten zu erweisende x ziemlich klein ist, die Erscheinung einer Contraction das Daseyn einer freyen Action, das Auſsenbleiben derselben aber, daſs keine Action da sey, oder in dem Falle sie wirklich statt hätte, daſs sie kleiner als x sey, anzeigen, und die Seite, deren Schenkel contrahirt wird, angeben, welche von beiden Heterogeneitäten die andere an Grösse übertreffe, und daher durch ihren Ueberschuſs die Thätigkeit der Kette erregt habe. Wenn wir die von zwey verschiedenen Heterogeneitäten veranlassten an Grösse verschiedenen Actionen, die eine r die andere s nennen und die Gröſse der einen davon, der grösseren s wenn die der kleineren gleich m ist, gleich $m + n$ setzen, so wird bey ihrer Entgegensetzung in einer geschloſsenen Kette r von $m + n$ so viel vernichten, wie sie selbst ausmacht, nemlich m, so daſs von der Action s nur der Rest n, aber in derselben Richtung wie s vor der Aufhebung des einen Theiles m, übrig bleibt. Demnach wird in der Formel *Fig.* 53. diejenige Extremität contrahirt werden, welcher dieses wiederfahren würde, wenn die stärkste Action von jenen beiden, allein, und zwar so, daſs die verschiedenen durch ihre Berührung den Bestimmungsgrund für die stärkste Action abgebenden Körper in der Peripherie der Kette zu der Extremität, welcher sie am nächsten liegen, in demselben örtlichen Verhältniſs, wie in der genannten Figur bleiben, in der Kette befindlich wäre. Die *Fig.* 53. läſst sich, wie man bald

bald sieht, in die Formeln *Fig.* 54. und 55. zerlegen. In *Fig.* 54. wird bey Schlieſsung der Kette der rechte, in *Fig.* 55. der linke Schenkel am stärksten oder allein contrahirt werden. Wäre demnach die die durch *gz* in der letzten Figur bewirkte Action stärker, als die von *kz* in *Fig.* 54., so würde in *Fig.* 53. unter denselben Umständen der linke Schenkel am stärksten oder allein zucken; — aber dieses geschiehet auch wirklich, und beweiſst also, daſs die GoldZinkAction gröſser sey, als die KupferZinkAction. Man fragt um wieviel? — Auch dieses läſst sich ausmachen. Man verbinde mit der KupferZinkAction als der schwächsten, eine zweyte, die in derselben Richtung geschieht, und um dieses zu bewerkstelligen, hat man nur nöthig, daſs man mit dem Kupfer auf der dem Zink entgegengesetzten Seite einen Excitator in Verbindung bringt, der, wenn er als *f* in *Fig.* 11. mit dem Kupfer *e* verbunden wird, bey der Schlieſsung die Contraction in der mit dem letzteren armirten Extremität giebt. Solche Körper sind Wismuth, Quecksilber, Silber, Gold, lauter Körper, die dem Sauerstoff weniger, wie das Kupfer verwandt sind, ferner Kohle, Erze, chrystallisirter Braunsteinkalk, mit Sauerstoff gesättigte flüssige Körper, wie Säuren, und so fort. Hat man einen dieser Körper mit dem Kupfer in Verbindung gesetzt, wie in *Fig.* 56., so wird in dem Fall, daſs auch bey der höchsten Erregbarkeit der Organe bey der Schlieſsung in *α* beide Schenkel in völliger Ruhe bleiben, dieses ein Zeichen seyn, daſs nun die durch Kupfer und den hinzugekommenen Körper bestimmte Action eben so groſs sey, als der Unterschied zwischen der Gold-

GoldZink- und der KupferZinkAction. Aber wie sehr merkwürdig ist es, daſs gerade die GoldKupferAction diejenige ist, die diesem Unterschied genau gleich kommt! Diese addirt zu der KupferZinkAction giebt zur Summe genau die Gröſse der GoldZinkAction allein, und die *Fig.* 57., wo es eben so ruhig ist, wie in *Fig.* 56., bestätiget es nochmals. Aber welche Harmonie zwischen diesen Umständen, und der Verwandtschaft dieser Körper für Sauerstoff! —. Bekanntlich ist Zink dem Sauerstoff näher, wie Kupfer, dieses demselben näher, wie Gold, verwandt, und der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des Zinkes und Goldes zum Sauerstoff ist eben so groſs, wie der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des Zinkes und Kupfers, addirt zu dem der Verwandtschaftsgrade des Kupfers und Goldes dafür. Die durch zwey verschiedene Metalle bewirkten Actionen verhalten sich also wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff, und dieses nicht etwa blos hier in diesem Fall, nein! bey der Reihe der sämmtlichen Metalle überhaupt scheinbar ohne wirkliche Ausnahme. — Und was ist es, was hier und in den übrigen, bey Versuchen über Galvanismus sich aufstellenden ähnlichen Reihen der übrigen in diesen Versuchen leitenden Körper, diese auffallende Ordnung bestimmt? — Vielleicht bey den oxydirbaren Körpern etwas, was selbst erst die Verwandtschaft dieser Körper für Sauerstoff bestimmt, und bey den oxydirten das, was den Sauerstoff, und die ihn enthaltenden Körper fähig macht, von den oxydirbaren Körpern angezogen zu werden, was gleichfalls die Verwandtschaft des Sauerstoffs dieser Körper

Gold Zink- und der Kupfer Zink Action. Aber wie sehr merkwürdig ist es, daſs gerade die [illegible] ist, die diesem Unterschied genau gleich [illegible]! Dieſs addirt zu der Kupferzinkaction giebt Summe genau die [illegible] der Gold Zink Action [illegible], und die Fig. [illegible] es eben [illegible] 56., bestätiget es nochmals. Aber welche Harmonie zwischen diesen Umständen [illegible] dieser Körper [illegible] Sauerstoff [illegible] Zink [illegible] Sauerstoff [illegible] Kupfer [illegible] demselben [illegible] wie [illegible] verwandt; der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des [illegible] und Goldes zum Sauerstoff ist eben so [illegible] wie der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des Zinkes und Kupfers, allein [illegible] dem der Verwandtschaftsgrade des Kupfers und Goldes [illegible] zwey [illegible] Metalle bewirkten Actionen [illegible] sich also wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff, und dieſs nicht etwa bloſs hier in diesem Falle, [illegible] bey der Reihe der sämmtlichen Metalle überhaupt scheint ohne merkliche Ausnahme. — Und was ist es, was hier und [illegible] übrigen, bey Versuchen über Galvanismus [illegible] sich einstellenden ähnlichen Reihe der [illegible] leitenden Körper, eine auffallende [illegible] bestimmtes — Vielleicht derselben [illegible] was selbst [illegible] Verwandtschaft für Sauerstoff bestimmt. Und [illegible] daſs, was den Sauerstoff, und [illegible] Körper fähig macht, von den [illegible]

per für die oxydirbaren Körper, oder das, was sie oxydirbar macht, bestimmt? — denn nur durch Wechselwirkung ist Anziehung gedenkbar! — — Die Versuche *Fig.* 53 — 57. bestätigen ferner von neuem die schon oben in §. 10. erwiesene Unmöglichkeit der Entstehung einer freyen Action in einer Galvanischen Kette aus blos trocknen festen Leitern, denn in *Fig.* 56. könnten auf der linken Seite zwischen Gold und Zink statt dem Kupfer, mehr oder wohl alle Metalle liegen, die weniger Verwandtschaft zum Sauerstoff als der Zink aber mehr als das Gold haben, und die Summe aller dieser kleinen Actionen würde noch immer gleich seyn, der groſsen von Gold und Zink in unmittelbarer Berührung. Aber sie dürften auch nicht einmal vom Gold aus in der Peripherie der Kette so folgen, wie ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff zunimmt, sie können auf die mannichfaltigste Art gemischt liegen, wenn nur Gold und Zink die beiden äuſsersten Glieder dieser Reihe ausmachen; wie z. B. in *Fig.* 58., wo *b* Bley, *w* Wismuth, bedeutet, *b* aber eben so gut auch Braunstein bedeuten könnte, denn dadurch entstehen mehrere sich entgegengesetzte Actionen, die sich unter sich soweit aufheben, daſs zuletzt immer nur noch eine der durch die beiden äuſsersten Endglieder dieser Reihe in *Fig.* 58., nemlich der durch *g* und *z*, (denn die von *z* und *g* rechter Hand kommt, da hier blos von dem einen Gegensatz die Rede ist, nicht in diese zu ihnen gehörige Reihe, sondern gehört zur anderen, oder macht sie vielmehr aus) wenn sie sich unmittelbar berührten, gleichen, übrig bleibt, wie Versuche angestellt nach der gegebenen Anleitung leicht ausweisen werden, bey welchen man das Gesetz der wechselseitigen Aufhebung mehr wie einmal, mehreremal anwenden muſs. Wenn man diese Betrachtungen noch weiter ausdehnt, so ergiebt sich überhaupt als Regel, daſs die durch eine mehr oder weniger lange, nicht durch feuchte Leiter unterbrochene Reihe trockener fester Leiter in einer Galvanischen Kette bestimmte Action, nach Aufhebung alles dessen, was sich aufheben läſst, genau so groſs ist, wie eine durch unmittelbare Berührung der beiden äuſseren Glieder dieser Reihe bestimmte. Und so ergiebt sich, daſs in *Fig.* 53. eine gleich einer durch Kupfer und Gold bestimmten, in *Fig.* 56. keine, und eben so in *Fig.* 57. und 58., in *Fig.* 59. aber, wo *b* Bley, *β* chrystallisirten Braunsteinkalk, *z* Zink, *g* Gold, *e* Eisen, und *k* Kupfer bedeutet, dennoch nur eine einer durch unmittelbare Berührung von Bley und Kupfer bestimmten gleichende vorhanden sey. Ob dieselbe Regel bey nicht durch trockene feste Leiter unterbrochenen Reihen heterogener flüſsiger Körper auch gelte, habe ich bisher noch nicht durch unmittelbare Erfahrung ausgemittelt, es läſst sich aber durch Schlüsse höchst wahrscheinlich, fast gewiſs machen. — Nicht so ist es bey durch feuchte Körper unterbrochenen Reihen fester, oder durch feste unterbrochenen Reihen flüſsiger Körper. Ketten wie *Fig.* 60., wo *k* Kupfer, *m* Muskelfleisch, *a* ätzendes in Wasser aufgelöstes Laugensalz, *g* Gold, *s* Schwefelleberauflösung bezeichnet, sind nicht mehr negativ, und in *Fig.* 61. wo *z* Zink, *w* zerflossenes Weinsteinsalz, und *s* Silber oder Kohle bedeutet, gleicht die Action der Kette gar nicht einer durch

6 n.Z. 3.11. d

Zink und Silber oder Kohle, wenn sie einander unmittelbar berühren, bestimmten Action, ja die wirklich in dieser Kette vorhandene hat nicht einmal die Richtung der ZinkSilber- oder ZinkKohleAction, sondern gerade die entgegengesetzte, welches beweiſst, daſs die durch *z* und *w* bewirkte Action gröſser, als die von *s* und *w* seyn müsse, und was zugleich zeigt, wie hier, ohngeachtet in der Formel *Fig.* 11. bey *z* und *w* die Zuckung auf der Seite des letzteren, bey *s* und *w* ebenfalls auf der letzteren, und eben so bey *s* und *z* ist, man der Analogie der *Fig.* 56. nach also in *Fig.* 61. die *zw* Action kleiner als die von *sw*, und sonach die Zuckung auf der linken Seite vermuthen sollte, wovon aber das Gegentheil erfolgt, die Gröſse der Action in mit flüſsigen Körpern gemischten Reihen durch andere Umstände, wie bey bloſs festen, bestimmt wird, und damit folglich auch andere Verhältnisse giebt. — Aber, wie war es überhaupt anders möglich, wenn wir je von Galvanischen Versuchen etwas wissen sollten? — Würde sich nicht die complicirteste Kette, selbst in dem Fall, wenn in ihr keine zwey homogene Glieder vorhanden wären, dadurch, daſs man eines der Glieder in zwey Theile zertheilte, wodurch zwey homogene entstünden, in eine Reihe auflösen lassen, deren beide äuſserste Glieder homogen wären, wo also, wenn die in *Fig.* 56. für reine feste Reihen aufgefundene Regel auch den gemischten zukäme, die Action jeder dieser Ketten einer durch zwey gleichartige Körper bestimmten gleichen, folglich gleich Null ſeyn würde! — — Noch könnte man es bemerkt haben, daſs ich bey der Auseinandersetzung

der

der Ketten *Fig.* 53 — 61. nicht der Bestimmungsgründe, die durch Berührung der festen Leiter mit den feuchten oder flüſsigen, dergleichen z. B. in *Fig.* 54. α, α, und in *Fig.* 62., wo *m*, *m*, zwey homogene feuchte oder flüſsige Körper sind, β, β sind, besonders gedacht habe, da doch durchaus keine wirksame Kette statt hat, ohne daſs zugleich zwey dergleichen Heterogeneitäten, und zwar von verschiedener Gröſse und dadurch zwey Bestimmungsgründe zu eben so viel Actionen von verschiedener Gröſse vorhanden sind; — man wird mir aber, da ich ohnehin schon weitläuftiger, als ich seyn wollte, geworden bin, verzeihen, daſs ich sie für diesesmal nicht einzeln erwähnte, sondern unter der z. B. in *Fig.* 54. vorhandenen, durch die Heterogeneität von *z* und *g* zunächst bestimmten, und ihr an Gröſse angemessenen freyen Action diejenige verstand und verstehen muſste, die nach Aufhebung der sich entgegengesetzten von der gröſsten als Rest blieb, wenn von dreyen Körpern, derjenige, dessen aus seiner Berührung mit den beiden übrigen entspringenden Bestimmungsgründe für Actionen die zwey schwächeren unter den dreyen überhaupt, auf die sich zuletzt auch die verwickeltste Combination der Leiter in einer wirksamen Kette reducirt, sind, wenn dieser eine, es sey z. B. *a* in *Fig.* 20., unter den dreyen Leitern der simpelsten wirksamen Kette bey abgeänderten Versuchen derselbe blieb, denn unter diesen Umständen verhält sich z. B. bey zwey verschiedenen Metallen *b* und *c*, die freye wirkliche Thätigkeit der Kette genau wie ihre Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff, und im allgemeinen, wie die

Gröſsen des grösten Bestimmungsgrundes unter jenen dreyen. Und da hier überhaupt eben so wenig wie bey Wärmemessungen, von absoluten, sondern nur von relativen Gröſsen die Rede seyn kann, so wird es um so weniger verschlagen, wenn man die beiden kleineren unter drey Actionen, nicht namentlich mit in Anschlag bringt, da, weil es nie eine Kette mit nur einer Heterogeneität, und damit nur einem Bestimmungsgrund für Action geben kann, ohne das Daseyn der kleineren auch die gröſseren nie statt haben würden, die Quantität der letzteren sich also allemal nach der der ersteren, und die der ersteren nach der der gröſseren, richten muſs, mithin die genaueste Wechselbeziehung unter ihnen statt hat. — Genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand haben mir manches wichtige entdeckt, dessen Bekanntmachung ich für einen andern Ort verspare, da ich durch Führung der, um vollständig zu seyn, wirklich weitläuftigen Beweise dafür die Grenzen dieser kleinen Schrift überschreiten würde. Und da ich überhaupt wünsche, daſs man nur das für wahr halten möge, was hinlänglich erwiesen ist, so lasse ich selbst den bloſsen Inhalt derselben weg, und begnüge mich damit, Sachkenner auf die Wichtigkeit des Verfolgs jener Untersuchungen aufmerksam gemacht zu haben.

Ich schlieſse diesen §. mit dem Gesetz, was sich aus den vorigen Versuchen für die Gröſse der Thätigkeit in einer wirksamen Galvanischen Kette überhaupt ergiebt, nemlich:

Sich entgegengesetzte Bestimmungsgründe für Actionen von gleicher Gröſse heben einander auf; aber auch wenn sie ungleich sind, hebt der schwächere von dem stärkeren, und zwar so viel, als er, der erstere, selbst beträgt, auf; überhaupt aber gleicht die Gröſse der wirklichen Thätigkeit in einer Galvanischen Kette der Differenz zwischen der Gröſsen-Summe der nach einerley Richtung bestimmten Actionen, und der Gröſsen-Summe der nach der entgegengesetzten Richtung bestimmten, und ihre Richtung ist die derjenigen Summe, in der sie vorher als Theil enthalten war, d. i. die der gröſseren von beiden.

Ist jene Differenz gleich Null, d. i. sind beide Summen sich gleich, (welches unter der Gegenwart der durch das erste Gesetz in §. 11. bestimmten Bedingungen statt hat,) so ist auch die Thätigkeit der Kette gleich Null. Ist jene gröſser als Null, so drückt das *Um wie viel* die Gröſse von dieser aus.

§. 14.

Allgemeine Bemerkung über das Wenn der Erscheinung der Contraction Galvanisch gereizter Organe.

Endlich giebt es noch einen Umstand, der uns bey jedem der bisher angestellten Versuche aufgefallen

len seyn wird, und da er ein allgemeiner ist, wohl unsere Aufmerksamkeit verdient. Wir sahen nemlich bey ununterbrochenem, nicht durch Schüttern des Apparats u. s. w. gestörtem Geschlossenbleiben der Kette, und bey völliger Vermeidung neuer auſser der schon gebildeten entstehender und sich trennender Ketten, *gewöhnlich* (s. §. 20.): *daſs nur in den Augenblicken der Schlieſsung und Trennung einer Galvanischen Kette Contractionen in den gereizten Organen erschienen.* Aber, wenn wir bisher Betrachtungen über die sich bey den gemachten Versuchen darstellenden Phänomen anstellten, so sprachen wir immer von Thätigkeit, denn darauf reducirt sich doch wohl schlechthin das Verhalten der Glieder der Galvanischen Kette zu einer in den in ihr befindlichen reizbaren Organen vorgehenden Veränderung, wie Ursach zu Wirkung, es sey nun thätig, Was und Wie es wolle. Wir sprachen vom Beginnen einer Thätigkeit in der wirksamen Kette, aber noch nicht davon, wenn sie eigentlich wieder aufhöre; ob sie vielleicht nur so lange dauere, als die Contraction währt, und also bey der Trennung der Kette von neuem beginne, und augenblicklich wieder aufhöre, oder, ob sie so lange währe, als die Kette geschlossen ist, und in diesem Fall nur ihr Anfang und Aufhören, beides plötzliche Übergänge, so auffallende sichtbare Veränderungen in der reizbaren Muskelfaser bewirken möchten. Ehe wir aber diese Frage beantworten, ist es nöthig, noch einer Reihe Erfahrungen zu erwähnen, deren Resultate uns in den Stand setzen werden, bestimmter über jenen Umstand zu entscheiden. Ich meine nemlich die Wir-

kung

kung des Galvanischen Reizes auf die Sinneswerkzeuge, in sofern die dadurch in diesen hervorgebrachten Veränderungen nach dem Sensorio fortgepflanzt, und *empfunden* werden. — Man erlaube mir, mit wenigen Worten das hauptsächlichste von dem hier anzuführen, was man bisher über diesen Gegenstand wahrgenommen hat, um damit desto bequemer einige eigene Beobachtungen, die vielleicht neu und intereſsant seyn möchten, verbinden zu können.

§. 15.

Wirkung des Galvanischen Reizes auf die Sinneswerkzeuge, und zwar zuerst auf das Geschmacksorgan. Entgegengesetzter Geschmack. Fortdauer des Geschmacks während der Existenz der Kette.

Wir betrachten zuerst die Art, wie das *Geschmacksorgan* durch unser Reizmittel afficirt zu werden pflegt.

Wenn man von zwey verschiedenen Excitatoren des Galvanismus, z. B. von zwey verschiedenen Metallen, wie Zink und Silber, das erstere auf die obere Fläche der Zunge, gegen die Spitze zu, das letzte an das Hintertheil dieses Organs oder an irgend einen nervenreichen mit dünnen Integumenten versehenen feuchten Theil am Körper, z. B. an den Gaumen, das Zahnfleisch, die Lippen, die Nasenhöle, das Auge, das Augenlied, in den Anus, die Urethra, in

Dupuytren fand, daß die Empfindung erregender Nerven (durch Galvanismus gereizt) Bewegungen in den Muskeln der Sinnorgane hervorbringe, welche allein nach einem Reize erfolgen, der auf diese Muskeln eigenthümlichen Nerven wirkt. S. Sue's Hist. du Galvanisme. T. II. p. u. Reinholds Gesch. d. Galv. nach Sue. I. S. 84.

irgend eine Wunde u. s. w. bringt, und beide unter einander, oder bey zu groſser Entfernung, mit einem Metalldrath, welcher Art er sey, in Verbindung bringt, so wird sich, um bloſs von der in der Zunge vorgehenden Veränderung zu sprechen, sobald die Kette geschlossen ist, ein besonderer Geschmack zeigen, dem man bisher mancherley Nahmen, am schicklichsten aber wohl mit Herrn *Volta* den eines *säuerlichen* gab, und *dieser Geschmack dauert so lange fort, als die Kette geschlossen ist.* Kehrt man die Ordnung der Metalle um, so, daſs Silber an die Zunge, und Zink an einen der zuletzt genannten Theile gebracht wird, so wird ebenfalls ein Geschmack, aber ein von dem unter den vorigen Umständen beträchtlich verschiedener, eintreten, der etwas unangenehmes, und viel Aehnlichkeit mit dem hat, den eine verdünnte alkalische Auflösung gewöhnlich giebt, weſshalb man ihn auch nach Herrn *Volta* den *alkalischen* nannte. Auch dieser dauert bis zur Öffnung der Kette fort. Bey einigen Versuchen findet man sehr bald den angegebenen Unterschied zwischen diesen beiden Arten des Geschmacks, und daſs die genannten Worte vielleicht die schicklichsten zur Bezeichnung des Eigenen eines jeden sind, wenn sie schon nicht ganz treffend seyn möchten. — Um jene Resultate zu erhalten, ist es aber nicht nöthig, daſs das Metall, oder der die Zunge armirende Körper sie unmittelbar berühre, er kann mit ihr durch eine oder mehrere leitende Körper, wie Wasser u. s. w., und eben so der zweyte Excitator mit dem durch ihn zu bewaffnenden Theil, in Verbindung stehen. — Der säuerliche Geschmack wird bey zwey Excitatoren, welcher Art sie auch seyn mögen, wenn sie überhaupt nur hinlänglich von einander verschieden sind, um eine für die zu verschiedenen Zeiten auch ungleich empfängliche Zunge zum Bemerken hinreichende Veränderung in derselben zu bewirken, allemal dann eintreten, wenn von ihnen derjenige die Zunge mittel- oder unmittelbar armirt, auf dessen Seite *e* in der Formel *Fig.* 11. die Contraction bey Schlieſsung der Kette am stärksten oder allein war, indem der andere die entgegengesetzte Seite *f* bewaffnete; der alkalische Geschmack aber wird allemal dann erscheinen, wenn *f* die Zunge und *e* den zweyten Theil des Körpers armirt. Wenn von zwey sich mit nassen Händen fassenden Personen, die eine *f*, die zweyte *e* auf der Zunge hat, so wird von der Schlieſsung an die letzte den säuerlichen, die erste den alkalischen Geschmack haben, und man kann nun leicht vermuthen, was die Erfahrung wirklich bestätigt, daſs nemlich die Bedingungen, unter welchen eine Affection dieses Sinnes (und so ist es, wie wir bald sehen werden, auch bey den übrigen) durch den Galvanischen Reiz, in Rücksicht der Construction der Ketten, ganz denselben Gesetzen unterworfen sind, welche wir oben für wirkſame Reizung auf Muskelbewegung entwickelten, und so wie dort bey gleichen Reizempfänglichkeiten die Stärke der Contraction mit der Intensität der reizenden Action sehr verschieden war, eben so verschiedene, und zuweilen ins nicht zu bemerkende übergehende Grade der Geschmacksempfindung finden auch hier statt, obgleich bey einerley Richtung der Action, gerade so wie unter jenen Um-

tes zwey Excitatoren, welcher an [illegible]
gen, wenn sie überhaupt nur hinlänglich [illegible]
der verschieden sind, um eine für [illegible]
nen Zeiten auch zugleich [illegible]
bemerken hinreichende Veränderung [illegible]
bewirken, allemal dann eintreten, wenn [illegible]
derjenige die Zunge [illegible] oder [illegible]
auf dessen Seite in der Form [illegible]
cito, bey Schliessung der [illegible]
[illegible]

[illegible] -ung [illegible] der
[illegible] über die Gründe der Chemie [illegible]
selbst ist. — [illegible] auffallend muß es [illegible]
man die Geschichte zweyer [illegible]
nen so ganz entgegengesetzt, und so leicht, und
so feste Verbindung eingehen [illegible]
anderer, und [illegible] nicht konnte. Von [illegible] auf
die [illegible] sehr rege gemachte Vermuthung
zu kommen, daß die Wirkungen [illegible] Reizbarkeit
daß wohl in nahem Verkehr mit den Erscheinungen
der Chemie stehen müssen, — und hier wage ich
[illegible], wovor ich in der Fortsetzung meiner
Betrachtungen [illegible] Erfahrungen
[illegible] überzeugen werden dann, — daß die Erschei-
nungen des Organismus mit denen der Chemie [illegible]
in ein und dieselbe Classe gehören möchten. (Man
vergleiche damit §. 27.)

Man sollte bisher [illegible] und nicht ohne Grund, daß nur der [illegible] der Berührungs-
empfindung [illegible] nicht die Fortdauer des Reizes in
einer ruhig gehaltenen Stelle [illegible] folge; weil
[illegible] wegen der großen Beweglichkeit der
Zunge gerade dann, wenn wir alles in Ruhe [illegible]
[illegible] die kleinste Veränderung eines Zungenwär-
chens nur jeder Augenblick eine neue Berührung von
[illegible] Stellung einer neuen, und Tren-
nung einer alten Stelle veranlassen könnte, kurz, daß
hier entstehende und wie neuem verschwindende
[illegible] unaufhörlich mit einander abwechseln, [illegible]
[illegible] Zunge das [illegible]
[illegible] nach Willkür

Umständen die Reizung auf einerley Seite am stärksten war, auch hier die Gattung des Geschmacks dieselbe ist. — Sehr auffallend muſs es überdieſs seyn hier den Geschmack zweyer ihrer chemischen Natur nach so ganz entgegengesetzter, und so leicht, und so feste Verbindung eingehender Substanzen anzutreffen, und man kann nicht umhin, von neuem auf die oben schon so sehr rege gemachte Vermuthung zu kommen, daſs die Wirkungen unseres Reizmittels wohl in nahem Verkehr mit den Erscheinungen der Chemie stehen müssen, ja — und hier wage ich etwas zu sagen, wovon ich in der Fortsetzung meiner Betrachtungen einst meine Leser auf das bündigste zu überzeugen hoffen darf, — daſs die Erscheinungen des Galvanismus mit denen der Chemie wohl in ein und dieselbe Classe gehören möchten. (Man vergleiche damit §. 27.)

Man schloſs bisher gröſstentheils und nicht ohne Grund, daſs aus der Fortdauer der Geschmackempfindung noch nicht die Fortdauer des Reizes in *einer* ruhig geschlossen bleibenden Kette folge; man glaubte, daſs wegen der groſsen Beweglichkeit der Zunge gerade dann, wenn wir alles in Ruhe wähnten, die kleinste Verschiedenheit eines Zungenwärzchens unter der Armatur eine neue Berührung von Kettengliedern, Schlieſsung einer neuen, und Trennung einer alten Kette veranlassen könne, kurz, daſs hier entstehende und von neuem verschwindende Ketten unaufhörlich mit einander abwechselten, vermöge welcher allaugenblicklich der Zunge das wiederfahre, was im Muskel nur in den nach Willkühr mehr oder weniger von einander zu entfernenden Augenblicken der Schlieſsung und Trennung der längere Zeit geschlossenen Kette geschieht. Genaue Gegenversuche haben mich indeſs überzeugt, daſs jenes vermuthete von einem Augenblicke zum andern sich erneuernde Ketten-Schlieſsen und Trennen gewöhnlich nicht statt habe, und selbst dann, wenn man es absichtlich begünstiget, wenig oder nichts zu der Fortdauer des Geschmacks beytrage. Statt aller vor der Hand nur einen Versuch, der diese Meinung vielleicht rechtfertigen wird. Wenn man die Oberfläche der Zunge mit Zink belegt, und die untere ebenfalls mit Zink, oder was gleichviel ist, mit jedem andern beliebigen Metall, diese beiden aber nicht mit einander verbindet, sondern auf das äuſsere Ende des die untere Fläche belegenden Metalls den frisch präparirten Nerven eines (organisch mit ihm verbundenen) sehr reizbaren Froschschenkels, bringt, und nun ein auf dessen Muskeln oder einen zweyten Punkt seines Nerven gebrachtes Stück Silber, oder, damit die Action sehr heftig sey, Reiſsbley mit dem Beleg der obern Zungenfläche in Berührung bringt und hält, so wird der Geschmack beginnen in dem Augenblick, daſs der Froschschenkel heftig erschüttert wird, er wird aber fortfahren, nachdem dieser in völlige Ruhe gekommen ist. Würden hier Ketten getrennt und geschlossen, während die übrigen Kettenglieder in Ruhe bleiben, so würde sie gewiſs der sehr reizbare Froschschenkel durch ihnen angemessene Zuckungen verkündigen, da, wenn von ihnen die Fortdauer des Geschmacks abhinge, (da dieser auch dann, wenn der Frosch-

schen-

[illegible] Kette gemacht. [illegible] daß ich in einem Augenblicke eine andere [illegible] nicht statt habe, [illegible] Geschmack [illegible] Wenn man [illegible] ist, [illegible] verbindet, [illegible] Ende [illegible] Fläche belegenden Metalls den frisch präparirten [illegible] sehr reizbaren Froschschenkels, bringt, und man ein [illegible] Metalle [illegible] zwey [illegible] Nerven [illegible] Stück [illegible] oder, damit die Action [illegible] so wird der Geschmack [illegible] in dem Augenblicke, daß der Froschschenkel heftig erschüttert wird, er wird aber fortdauern, nachdem dieser in völlige Ruhe gekommen ist. Würden hier Ketten getrennt und geschlossen, während die übrigen Kettenglieder in Ruhe blieben, so würde sich gewiss der sehr reizbare Froschschenkel durch [illegible] angemessene Zuckungen verständigen, [illegible] von ihnen die Fortdauer des Geschmacks ab[illegible], da dieser auch dann, wenn der Frosch[illegible] ſchenkel völlig in Ruhe iſt, die Kette nach [illegible] ſetzt, ſo ſie auch gewiß eben ſo [illegible] und vielleicht eben ſo heftig, wie bey der erſten Schließung erregt werden müßten. Geht man bey dieſem Verſuch auch abwechſelnd der einen von den Belegungen der Zunge, ohne jedoch dabey die Verbindung der äußeren Glieder der Kette zu ſtören, bald mehr bald weniger Berührungsfläche mit ihr, ſo wird dennoch der Froſchſchenkel ruhig bleiben, ſo lange nur bey dieſem Abwechſeln die Zunge noch immer wirklich ununterbrochen mit ihr in Verbindung ſteht. Erſt wenn die Kette irgendwo (ſey es auch nur durch auf einander Liegen der beiden ſich berührenden Metalle und unmerkliche Augenblicke) gänzlich unterbrochen wird, wird das Aufhören des Geſchmacks mit einer [illegible] aber ſchwächeren Contraction (wenn nicht, wie bey dieſer Erſchütterung der Metalle auf einander [illegible] in den [illegible] Augenblicke gleich wieder geſchloſſen [illegible] Schließungen [illegible] bey weniger [illegible] hung die Geſchmacksunterbrechung kaum bemerklich wird, eine [illegible] Stärke [illegible] gleich mit dieſer [illegible] (oder bey [illegible] Froſchſchenkels mit ganz keiner begleitet ſeyn [illegible] Reize erſchüttert wird, er wird bald [illegible] nachdem dieſer in völlige Ruhe gekommen iſt. Würden hier Ketten getrennt und geſchloſſen, während die übrigen Kettenglieder in Ruhe blieben, ſo würde ſie gewiß der ſehr reizbare Froſchſchenkel durch ihnen angemeſſene Zuckungen verkündigen, da, wenn von ihnen die Fortdauer des Geſchmacks abhinge, (da dieſer noch dann, wenn der Froſchschenkel völlig in Ruhe ist, der Stärke nach derselbe ist,) sie auch gewiſs eben so oft und vielleicht eben so heftig, wie bey der ersten Schieſsung, erneuert werden müſsten. Giebt man bey diesem Versuch auch wirklich der einen von den Belegungen der Zunge, ohne jedoch dabey die Verbindung der äuſseren Glieder der Kette zu stören, bald mehr bald weniger Berührungsfläche mit ihr, so wird dennoch der Frosch in Ruhe bleiben, so lange nur bey diesem Flächenwechsel die Zunge noch immer wirklich ununterbrochen mit ihr in Verbindung steht. Erst, wenn die Kette irgendwo (sey es auch nur durch auf einander Reiben der beiden sich berührenden Metalle auf unmerkliche Augenblicke) gänzlich unterbrochen wird, wird das Aufhören des Geschmacks mit einer neuen aber schwächeren Contraction (wenn nicht, wie bey bloſser Erschütterung der Metalle auf einander, die in dem nemlichen Augenblicke sich wiederum schlieſsende Kette, unter welchen Umständen man aber auch freilich bey weniger Uebung die Geschmacksunterbrechung kaum bemerken wird, eine der vorigen an Stärke gleichende zugleich mit dieser erscheinende veranlaſst), (oder bey niederer Erregbarkeit des Froschschenkels mit gar keiner) begleitet seyn.

n

§. 16.

Wirkung des Galvanischen Reizes auf das Gesichtsorgan. Entgegengesetzte Lichtzustände. Fortdauer derselben, während daſs die Kette geschlossen bleibt. Beständige Lichttemperatur des Auges.

Von gleicher Wichtigkeit mit den vorigen sind die Wirkungen des Galvanismus auf das *Gesichtsorgan*. Schon in dem einen Versuche des vorigen §., wo das Auge oder ein durch seine Nerven mit denen des Auges in vorzüglicher Verbindung stehender mit dünner Oberhaut versehener feuchter Theil des Gesichts, z. B. der Gaumen, die Nasenhöle, die innere Seite der Wangen, die spongiöse Substanz der Oberzähne, die angefeuchteten Augenlieder, u. s. w., mehr oder weniger Glied der wirksamen Galvanischen Kette war, wird man bey Schlieſsung derselben eine *blitzähnliche* Erscheinung gehabt haben, die indeſs immer ihre höchste Stärke hatte, wenn das Auge selbst in der Kette befindlich war. Es galt hier eben so, wie bey den Zungenversuchen, daſs nemlich die Erscheinung statt hatte, sobald der zweyte wirksame Excitator an einen beliebigen Theil des Körpers, der nervenreich, und nur mit dünner Oberhaut, die, wenn sie, wie an den meisten Theilen des Körpers, von etwas beträchtlicher Stärke ist, zwar kein Isolator des Galvanismus, aber doch ein schlechter, und je dünner und feuchter sie ist, ein um desto besserer Leiter desselben ist, bekleidet war, angebracht, und beide Excitatoren unmittelbar, oder

*) v. presso Fabbroni 1791 - Journ. de physiq. T. vj. Nivose. an. viii. p. 21.

durch einen dritten festen, wenn es jene beide waren, in Verbindung gebracht wurden. Auch wenn zwey gleiche dieser durch ihre Nerven mit dem Auge in naher Verbindung stehenden Theile unter einander, z. B. beide Augen, beide Nasenhölen, die spongiöse Substanz der Oberzähne an zwey verschiedenen Stellen, und auf ähnliche Art der Gaumen, oder die inneren Seiten der Wangen mit zwey wirksamen Excitatoren armirt, und die Kette geschlossen wird, erhält man dasselbe Phänomen. Am heftigsten wird, wenn in den mancherley Modificationen dieser Versuche, das Auge oder der statt seiner armirte sich auf dasselbe beziehende Theil der-, und seine Armatur dieselbe bleibt, jene Blitzerscheinung seyn, wenn der mit der anderen armirte Theil die Urethra, minder heftig, aber doch immer stärker, als bey den übrigen, wenn es der Anus ist. Aber auch, wie man schon vorhin bey einiger Aufmerksamkeit beobachtet haben wird, die Vertheilung der Excitatoren hat einen groſsen Einfluſs auf die Stärke der Lichterscheinung. Es wird geschienen haben, als wäre der Blitz stärker, wenn von Zink und Silber das erste das Auge oder den durch Nervenanastomosen oder andere Wege ihm zuleitenden Theil, das letzte die Zunge, oder welches der mit diesem armirte Theil war, bewaffnete; schwächer wird er geschienen haben, wenn die Ordnung die umgekehrte war, vorausgesetzt, daſs die Flächen, in denen Auge und Zunge mit den Armaturen in Berührung standen, in beiden Versuchen dieselben waren. Uebrigens ist die unmittelbare Berührung des Auges durch den ihm bestimmten Excitator nicht gerade nothwendige Bedingung des Gelingens dieser Versuche; das Auge darf auch nur mit einer durch jenen Excitator armirten Wasserschicht, nassen Muskelfleisch, dergleichen Schwamm, oder sonst einem zuleitenden, nicht beträchtlich excitirenden Körper in Berührung stehen, wiewohl in diesem Fall die Wirkung schwächer, wie bey unmittelbarer Armirung, ist, ein Umstand, der es macht, daſs bey auf gleiche Weise vermittelter mittelbarer Bewaffnung nicht des Auges, sondern der blos durch ihre Nerven mit demselben in Verbindung stehenden Theile des Gesichts, die Wirkung in der Kette zwar statt hat, wie man durch auf schickliche Art in dieselbe gebrachte reizbare Froschschenkel und andere Mittel erfahren kann, dennoch aber, wie auch diese anzeigen, zu schwach ist, um die unter diesen Umständen bey unmittelbarer Bewaffnung auf Lichterscheinung ohnehin schon weit schwächer, als wenn das Auge selbst unmittelbares Glied der Kette ist, gereizt werdenden Theile, wirksam genug zu afficiren, um einen bey gewöhnlicher Reizempfänglichkeit bemerkbaren Blitz zu veranlassen; nur bey selten vorkommender sehr hoher Reizempfänglichkeit konnte ich ihn wirklich, aber schwach wahrnehmen. Bemerkbar hingegen wird er meistens und oft noch stark genug seyn, wenn bey bewaffnetem Auge der andere in der Kette befindliche Theil es auch durch mittelbare Armirung, z. B. die Zunge oder die Lippen durch Wasser, welches sie berühren, und mit dem erst der zweyte Excitator in unmittelbarer Berührung steht, ist.

Soviel man nun auch über diesen Gegenstand bisher Versuche angestellt hat, so ist es demohngeachtet

Gelingens dieser Versuche; das Auge darf immer durch jenen Excitator armirten Nasen-[illegible]t, nassen Muskelfleisch, dergleichen Schwamme oder einem vorhergehenden, nicht metallisch erregenden Körper in Berührung stehen. Wiewohl in diesem Fall die Wirkung schwächer, wie bey unmittelbarer Armirung, ist, ein Umstand, der es merkwürdig macht, auf gleiche Weise vermittelst unmittelbarer Bewaffnung nicht des Auges, sondern der mit dem Sehnerven mit demselben in Verbindung stehenden Theile des Gesichts, die Wirkung in der Kette zwar erhalten wie man nicht auf schwächere Art in dieselbe gebrachte reizbare Frosche fand und andere Nerven erhalten kann, dennoch aber, wie auch diese ankommen, zu schwach ist, um die unter diesen Umständen bey unmittelbarer Bewaffnung auf Lichterscheinung hinsicht schon weit schwächer, als wenn die Auge selbst unmittelbar Glied der Kette ist, welches auch den Theile, wirksam genug zu afficiren, mit einem bey gewöhnlichen Reizmitteln gleichfals bemerkbaren Blitz zu veranlassen; nur bey selten vorkommender sehr hoher Reizempfänglichkeit konnte ich ihn wirklich, aber schwach, wahrnehmen. Bemerkbar hingegen wird er meistens und oft noch kräftig genug seyn, wenn bey bewaffnetem Auge der andere in der Kette befindliche Theil es auch durch mittelbare Armirung, z. B. die Zunge oder die Lippen durch Wasser, welches sie berühren, und ich denn erst der zweyte Excitator in unmittelbarer Berührung steht, ist.

So viel man auch über diesen Gegenstand andere Versuche angestellt hat, so ist es dennoch

achtet noch nicht mit der gehörigen Aufmerksamkeit geschehen, um das merkwürdige, was sich alles dabey ereignete, zu beobachten. Mangel an gehöriger Uebung, und vorzüglich einer nur durch viele Versuche zu erlangenden gewissen Gleichgültigkeit des Auges gegen manche dabey vorkommende von ihm sonst nicht eben zu gern gesehene mechanische Behandlungen, zweyer sehr nöthiger Erforderniſse, mag wohl die Ursache gewesen seyn, daſs man bisher einmüthig behauptete, die blitzähnliche Erscheinung dauere bey fortdauernder Verbindung der Excitatoren unter einander nicht fort, sondern sie sey nur auf den Augenblick der Schlieſsung der Kette eingeschränkt, und man hat auch in sofern allerdings recht, wenn man dieses auf einen sich unaufhörlich erneuernden Blitzschein — denn dazu würde eine sich eben so oft abwechselnd öffnende und schlieſsende Kette gehören, die man auch, und damit jenes Oscilliren des Lichtscheins, recht leicht nachahmen kann, wenn man die beiden Armaturen fortdauernd auf einander erschüttert] — unrecht aber, wenn man es auf das gleichförmige Beharren eines gewissen Lichtzustandes, in welchen das Auge durch die Schlieſsung einer activen Kette versetzt wird, und dessen Versetzen darein und daraus füglich Blitz genannt werden kann, bezieht, von welchem letzten Umstande ich aber nirgends etwas positives aufgezeichnet finde. Ich werde daher die diesen Umstand berichtigenden Versuche etwas genau beschreiben, überzeugt, daſs man bey einiger Aufmerksamkeit die Resultate bestätigt finden wird, die ich und andere bey fast unzähliger Wiederholung derselben auf das gleichförmigste erfolgen sahen.

Man bringe — nicht als wenn sie gerade allein dazu tauglich wären, sondern weil diese Verbindung am gewöhnlichsten ist, und um bestimmte Ausdrücke zu haben — eine Zinkplatte an den Augapfel, lege sie fest an, thue das Auge nicht zu, sondern halte es offen und stet, bewege auch die Augenlieder nicht, — zur Vermeidung von Täuschungen nöthige Umstände — dann bringe man eine Silberplatte (eine Silbermüntze von gutem Gehalt) womit man die obere Fläche der Zunge belegt hat, ohne Zittern mit dem Zink in unmittelbare Berührung. In diesem Augenblick *entsteht* ein Lichtschein; diesen plötzlichen Uebergang nennt man Blitz, er unterscheidet sich aber von einem wirklichen Blitz darin, daſs auf ihn nicht wieder die vorige Finsterniſs folgt, sondern *man behält einen fortdauernden, nicht zitternden, nicht sich alle Augenblicke erneuernden Schein, eine Hellung im Auge*, von der man durchaus weiſs, daſs sie vorher nicht da war. Und daſs dieses so sey, so trenne man mit fester Hand die beiden Metalle so, daſs in der Trennung nur Aufhören des Contacts, nicht neue Berührung und Trennung enthalten ist, und man wird bemerken, daſs es in diesem Augenblicke finsterer wird, daſs der Zustand des Auges, in dem es sich vor dem Versuch befand, wieder eintritt, man weiſs, daſs man im vorhergehenden Augenblick etwas, einen Zustand von Hellung hatte, der jetzt fehlt. Dieses Lichtverschwinden ist nun dem eines Blitzes abermals sehr

ähnlich

ähnlich, nur wird man bey rechter Sorgfalt nicht finden, daſs das plötzlich verſchwindende Licht auch in dieſem Augenblick erst entstanden sey. Kommen, Bleiben, Schwinden eines *erhöhten* Lichtzuſtandes des Auges sind demnach die der Schlieſsung, dem Geſchloſſenseyn, und der Trennung der Kette correſpondirenden Phänomene. (Eines dieſelben öfters begleitenden stechenden Schmerzes im Auge wird weiter unten gedacht werden.) — Jetzt bringe man mit Beobachtung der nemlichen Vorsicht, wie vorhin beym Zink angegeben worden, das Silber an den Augapfel, und die Zinkplatte auf die Zunge, und beide auf erwähnte Art in Verbindung, und — gerade das umgekehrte des vorigen Verſuchs erfolgt. In dem Augenblick der Schlieſsung der Kette bemerkt man zwar allerdings eine blitzähnliche Erſcheinung, aber sie ist ganz gleich der, die man im vorigen Verſuch bey der Trennung wahrnahm. Es *ſchwindet* nemlich eine Portion Licht, die man vorher gar nicht gehabt zu haben glaubte, von deren Gegenwart vor dem Verſuch man jetzt aber durch ihren eintretenden Mangel überzeugt wird, das Auge wird in einen dunkleren Zuſtand versetzt, es wird finſterer, und *dieſe relative Finſterniſs hält gleichförmig so lange an, als die Kette geſchloſſen bleibt.* Man trennt die Metalle behutsam, und damit stellt sich der Zuſtand des Auges vor dem Verſuch wieder her, die Finſterniſs verſchwindet, es tritt eine Hellung an ihre Stelle, und man weiſs, daſs sie ganz der gleiche, die vor der Anſtellung des Verſuchs im Auge war, deren man sich dort aber wegen ihrer Gleichförmigkeit nicht unmittelbar bewuſst war. Es geſchicht jetzt

im

im Augenblicke der Trennung, was im vorigen Versuch die Schlieſsung der Kette begleitete, Uebergang aus Weniger in Mehr, und das giebt einen dem ersten des vorigen Versuchs ähnlichen Blitz. In diesem Versuch correspondiren also Kommen, Bleiben und Schwinden eines *erniedrigten* Lichtzustandes des Auges, der Schlieſsung, dem Geschlossenseyn, und der Trennung der Kette, und bey gleichen Berührungsflächen der Excitatoren mit Zunge und Auge scheint sich die Gröſse des ersten Blitzes des ersten Versuchs zu der des letzten des letzten Versuchs, wie die des letzten des ersten Versuchs zu der des ersten des letzten Versuchs zu verhalten. Eben so bestimmt, wie bey unmittelbarer Bewaffnung des Auges, wird man die genannten entgegengesetzten Erscheinungen haben, wenn man statt des Auges, die spongiöse Substanz der Oberzähne, mit dem vorhin jenes armirenden Körper belegt, und diesen mit der der im vorigen Versuche gleichen Armatur der Zunge verbindet, sobald nur der Versuch an einem ganz finsteren Ort gemacht wird, und zwar ist unter diesen leichter wie jene herzustellenden Umständen der erwähnte Erfolg sehr distinct und leicht wahrzunehmen. — Der *positive* Lichtzustand tritt übrigens allemal ein, wenn von zwey heterogenen Excitatoren derjenige das Auge armirt, auf dessen Seite in *Fig*. 11. (s. §. 12.) die stärkste Contraction oder allein ist, also *e*, indem *f* den andern beliebigen Theil des Körpers bewaffnet, der *negative* Lichtzustand aber dann, wenn *f* das Auge und *e* den andern Theil bewaffnet. Beide Lichtzustände zu gleicher Zeit in *einem* Versuch kann man, wozu indeſs

schon

im Augenblicke der Trennung, was ich [illegible] auch die Schließung der Kette begleitet [illegible] aus Weniger in Mehr, und das giebt denn dem ersten des vorigen Versuchs ähnlichen Blitz. In diesem Versuch correspondiren also nunmehr [illegible] und Schwinden eines [illegible] des Auges, der Schließung, [illegible] und der Trennung der Kette, und [illegible] rührungsfläch[illegible] der Excitatoren mit Zunge und Auge scheint sich die Größe des ersten Blitzes des ersten Versuchs zu der des letzten des letzten Versuchs, wie die des letzten des ersten Versuchs zu der des ersten des letzten Versuchs zu verhalten. Eben so bestimmt, wie bey unmittelbarer Bewaffnung des Auges, wird man die genannten entgegengesetzten Erscheinungen haben, wenn man statt des Auges die spongiöse Substanz der Oberzähne, mit dem vorhin jenes armirenden Körper belegt, und diesen mit der den im vorigen Versuche gleichen Apparat der Zunge verbindet, sobald nur der Versuch in einem ganz finsteren [illegible] wird, und zwar ist unter diesen leichter wie jene hervorzustellenden [illegible] den der erwähnte Erfolg sehr [illegible] und [illegible] wahrzunehmen. — Der positive Lichtzustand tritt übrigens auch ein, wenn von zwey heterogenen Excitatoren derjenige das Auge armirt, der auf der Seite in Fig. 11. (s. §. 12.) die stärkste Contraction [illegible] ist, also z, indem y den andern beliebigen Theil des Körpers bewaffnet, der negative Lichtzustand aber dann, wenn y das Auge, und z den andern Theil bewaffnet. Beide Lichtzustände [illegible] cher Zeit in einem Versuch kann man, wenn man

schon einige Aufmerksamkeit nöthig ist, haben, wenn man beide Augen, das eine mit *f*, (Braunstein, Erze, Reiſsbley, Kohle, Gold, Silber u. s. w.) das andere mit *e* (Zink, Zinn, Bley u. s. w.) armirt, und die Kette durch einen dritten (trockenen) Excitator oder durch unmittelbare Berührung beider unter einander, schlieſst. Bey der Schlieſsung hat das Auge *e* den positiven Blitz, und zugleich das Auge *f* den negativen, während dem Geschlossenbleiben verharrt der Zustand eines jeden in ihm, und bey der Trennung hat das Auge *e* den negativen, und *f* den positiven Blitz, und beide befinden sich wieder in ihrem vorigen Zustande. — Auch gelten für die Bedingungen, unter denen diese Erscheinungen eintreten, dem Wenn und Wo des positiven und negativen Lichtzustandes, abermals genau dieselben Gesetze, die für die Bewirkung der Muskelbewegung durch das gleiche Mittel oben aufgestellt wurden. Die Kette: erstes Auge, *f*, *e*, *f*, zweytes Auge — ist völlig unwirksam, wirksam aber, wenn *f* und *f* heterogen, z. B. das des ersten Auges Kupfer, das des zweyten Reiſsbley ist, indem *e* Zink bedeutet, und die Gröſsen und Oerter der verschiedenen Lichterscheinungen sind eben dieselben, welche und in welchen sie Kupfer und Reiſsbley, jenes an dem einen, und dieses an dem andern Auge, ohne Zink in der Mitte, veranlassen würden. — Die Grössen des Lichtzustandes bey veränderten Armaturen, aber bey gleich und von gleicher Reizempfänglichkeit bleibenden bewaffneten Theilen verhalten sich übrigens ziemlich gleich, wie die Stärke der Wirksamkeit der Ketten, oder welches beynahe einerley seyn wird, wie die Stärke der Zusammenziehungen, welche thierische Organe von gleicher Reizbarkeit von mit jenen gleichen Ketten unter ähnlichen Umständen erleiden; und bey denselben Ketten, den Gliedern und der Ordnung nach, verhalten sich die Differenzen — die man positiv nennen könnte, wenn das Mehr des Lichts nach-, negativ, wenn es vorherging — der Lichtzustände vor und in, oder in und nach den Versuchen, und der Grad der Bemerkbarkeit derselben, folglich der nach Umständen posi- oder negative Blitz, wie die Lichtempfänglichkeit des Auges; und bey den verschiedenen gleich groſsen Differenzen der Lichtzustände stehen die Actionen der Kette im umgekehrten Verhältniſs mit der Lichtempfänglichkeit des Auges.

Diese Versuche nun, deren verschiedenen Erfolg man mit der gröſsten Deutlichkeit an jedem finstern Orte, und in Zuständen gröſserer Reizempfänglichkeit des Auges, wie z. B. gleich nach dem Erwachen vom Schlaf, bey mehrerer Geübtheit aber auch zu jeder Stunde und Hellung des Tages, und den mancher zu verschiedenen Zeiten, wahrnehmen kann, zeigen, *wie in dem Auge beständig eine gewisse Temperatur von Licht vorhanden sey, die gröſser oder kleiner seyn könne, die wirklich durch den Galvanismus höher oder niedriger gestimmt werden könne, und daſs diese Stimmung von gleicher Dauer mit der des Geschlossenseyns der sie bewirkenden Galvanischen Kette sey; sie zeigen, wie bey gleichen stimmenden Ursachen die Lichtempfänglichkeit des Auges in geradem Verhältniſs stehe mit dem Grade der*

Stimmbarkeit und der Gröſse der Stimmung desselben; sie lassen uns in dem Galvanismus ein richtiges Maaſs für die relative Lichtbemerkbarkeit des Auges erwarten.

Gegen jene Licht-Temperatur des Auges könnte man vielleicht einwenden, daſs bloſs die Fähigkeit des Auges von schwächerem äuſseren Lichte afficirt zu werden, abgeändert werden möchte, so wie man etwa vor dem Glanz der Sonne die Flamme eines brennenden Lichts nicht wahrnehmen kann, oder daſs vielleicht der Blitz, der mit dem Eintreten des Auges in den negativen Lichtzustand begleitet ist, das Auge blende, damit es nun jenes schwächere Licht minder deutlich bemerken, und folglich relative Finsterniſs wähnen müſste. Allein, der relative Lichtmangel in unseren Versuchen tritt auch, und gerade dann recht vollkommen, am finstersten Orte, wo äuſseres Licht absolut zu mangeln scheint, ein; — und würde durch ein stärkeres Licht ein schwächeres unwahrnehmbar, so müſste doch das stärkere bemerkt werden, dann aber würden wir von jenem Lichtmangel nichts wissen; — auch kann der Blitz beym Eintritt des Lichtmangels diesen nicht durch Blendung veranlassen, denn wenn das Auge mit *e* bewaffnet ist, tritt mit einem weit lebhafteren Blitze, der also auch weit mehr blenden, und dadurch das Auge für äuſseres schwächeres Licht weit unempfindlicher machen sollte, gerade das umgekehrte, der *erhöhte* Lichtzustand ein. Es bleibt uns daher nichts übrig, als den Grund dieser Erscheinung in einen Zustand des Auges zu setzen, in welchem es sich

ver-

vermöge seines Zusammenhanges mit dem organischen Ganzen, und des beständig in ihm bald schneller, bald langsamer vorgehenden Wechsels der Materie (Thätigkeit der Lebenskraft) befindet, welcher letztere in diesem Organ wahrscheinlich mit einer *Lichtentwickelung* — wie sonderbar! — die aber in den gewöhnlichen Fällen freylich nur subjectiv wahrnehmbar seyn kann, — so wie die andere Person ja selbst von dem stärksten durch Galvanismus bewirkten Blitz, auch am dunkelsten Orte, wie selbst die den Versuch an sich anstellende Person vor einem Spiegel im Finstern mit dem andern nicht bewaffneten Auge — und nur in dem bewaffneten Auge, wenn der zweyte armirte Theil kein mit den Augen in sonderlich näherer Verbindung stehender ist, geht jene Veränderung des Lichtzustandes vor — nicht die mindeste Behellung äuſserer Gegenstände, sey es auch nur auf einen Augenblick, wahrzunehmen im Stande, auch diese Erscheinung also im engsten Verstande nur subjectiv wahrnehmbar ist — begleitet ist, und die, so wie jener Wechsel der Materie durch fremde Kräfte beschleuniget oder verspätet, kurz ungestimmt wird, — und daſs er dieses auch durch den Galvanismus kann, sehe man als Beyspiel unter mehreren die vortreflichen Versuche des Herrn *von Humboldt* in *Gren's* neuem *Journal der Physik B.* 2. u. 3., vergl. mit *dessen Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Th.* 1. *S.* 323. *u. f.*, und dem §. 20. unserer Schrift, — die dadurch gleichzeitig eben so verhältniſsmäſsige Modificationen erleidet. — (Könnte es den Chemicker vor andern intereſsiren, am Galvanismus vielvermöge seines Zusammenhanges mit dem organischen Ganzen, und des beständig [illegible] bald schneller, bald langsamer vorgehenden Wechsels der Materie (Thätigkeit der Lebenskraft) befindet, welche letztere in diesem Organ wahrscheinlich mit jeder Lichtentwickelung — was sonderbar — nie aber in den gewöhnlichen Fällen freylich, [illegible] wahrnehmbar seyn kann, — so wie alle andern [illegible] son ja selbst von dem stärksten [illegible] bewirkten Blitz, auch ein [illegible] selbst die den Versuch an sich anstellende Person vor einem Spiegel im Finstern, mit dem andern nicht bewaffneten Auge — und nur in dem bewaffneten Auge, wenn der zweyte [illegible] mit den Augen in [illegible] erforderlichen Verbindung stehender ist, geht jene Veränderung des Lichtzustandes vor — nicht die mindeste Schwächung äußerer Gegenstände, sey es auch nur auf einen Augenblick, wahrzunehmen im Stande. Und dass diese Erscheinung also im engsten Verstande nur subjectiv wahrnehmbar ist — begleitet ist, und die, [illegible] jener Wechsel der Materie durch fremde Kräfte beschleuniget oder verspätet, kurz abgeändert wird; und daſs er dieses auch durch den Galvanismus kann, siehe man, als Beyspiel unter mehreren die vortrefflichen Versuche des Herrn von Humboldt in Gren's neuem *Journal der Physik* B. 2. u. 3., vergl. mit dessen *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser*. Th. 1. S. 323. u. f., und dem §. 20. unsrer Schrift, — die dadurch gleichzeitig eben so verhältniſsmäſsige Modificationen erleidet — [illegible] Chemiker vor andern interessiren, [illegible]

vielleicht ein Maaſs der Lichtempfänglichkeit seines Auges zu haben? —)

Die Permanenz des Lichtzustandes, in den das Auge versetzt wird bey Schlieſsung einer Galvanischen Kette, findet übrigens bey jedem Versuch dieser Art statt, wo die Sehenerven zugleich wirksam afficirt werden, und gegen ihre Ableitung von fortdauerndem Wechsel des Schlieſsens und Trennens neuer Ketten gilt nächst andern eben der Einwurf, den wir im vorhergehenden §. gegen die Ableitung der Fortdauer des Geschmacks von denselben Umständen anführten.

Verbindet man mit der Affection des Auges die der Zunge in *einem* Versuch, wie es vorhin schon mehrmals geschehen seyn wird, so findet man in der Kette: — Auge, *e*, *f*, Zunge, — *positiven* Lichtzustand mit *alkaliſchem* Geschmack, in: — Auge, *f*, *e*, Zunge, — aber *negativen* Lichtzustand mit *säuerlichem* Geschmack begleitet. — Also der säuerliche Geschmack verhält sich zu dem alkalischen, wie der positive Lichtzustand zu dem negativen, und die Glieder jedes Verhältnisses in Verbindung, geben — Zustände der Neutralität!

§. 17.

Sonderbare Wirkung des Galvanismus auf das Geruchsorgan. Unbedeutende auf das Gehörsorgan als solches. Wirkung desselben auf das Gemeingefühl.

Noch bleibt uns übrig, Erwähnung zu thun des Einfluſses, den der Galvanismus auf die übrigen Sinneswerkzeuge, namentlich die des *Geruchs*, des *Gehörs*, und endlich auf das *allgemeine Gefühl* hat, um zu erfahren, ob auch hier ein gewisser Zustand, in den diese Organe bey Schlieſsung einer wirksamen Galvanischen Kette versetzt werden, von gleicher Dauer mit der des Geschlossenbleibens derselben sey.

Was den Sinn des *Geruchs* anbetrifft, so fand man sich bisher in der Erwartung, denselben durch den Galvanismus so zu afficiren, daſs das Product ein Geruch und nicht bloſse Affection des Gemeingefühls sey, getäuscht. Indessen fand Herr *von Humboldt* bey Anlegung von Silber und Zink an beide Seiten der inneren Nasescheidewand in einer Tiefe von etlichen Linien, bey jedesmaliger Schlieſsung der Kette einen sonderbaren Kitzel, der bey fortgesetzter Erregung Drücken im Kopfe und Neigung zum Niesen verursachte, ohne daſs diese Wirkung einer mechanischen Reizung zuzuschreiben gewesen wäre. Auf eine weit auffallendere und durch den Erfolg überraschende Weise wird man die Galvanische Reizung dieses Organs auf folgende Art bewerkstelligen können. Man bringe ein etliche Zoll langes, einige Linien breites und dickes gut abgerundetes Stück Reiſsbley so tief als es ohne Gefahr geschehen kann, etwan anderthalb Zoll, in die eine Nasenhöle, und drücke es sanft an die Nasenscheidewand an, in die andere auf gleiche Weise ein ähnliches Stück Zink, und verbinde beide mit einem dritten Stück Zink, oder eines beliebigen Metalls, doch so, daſs nach Schlieſsung dieſser Kette dieselbe einige Zeit

ungestört geschlossen bleibt. In diesem Augenblick sieht man einem mäſsigen Lichtwechsel vor beiden /n Augen und zwar den positiven in dem, was sich mit dem Reiſsbley auf einer Seite des Kopfs befindet, aber zugleich empfindet man einen heftigen Schlag durch die Scheidewand an den Endpunkten beider Excitatoren, der dem einer mäſsigen Electricität an Stärke und Wirkung sehr ähnlich kommt, und man glaubt eine Zuckung in dem Innern der Nase zu bemerken, von der ich indeſs äuſserlich nie etwas sehen konnte. Bey einiger Aufmerksamkeit schien ich zu bemerken, daſs dieser Schlag von der Zinkseite her komme, und zwar hier mehr druckartig ausgehe, aber da wo das Reiſsbley anliegt, verwandelte er sich in ein sehr empfindliches Stechen, weſshalb man in den ersten Augenblicken auch auf das letzte zuerst aufmerksam wird. *Dieses brennende Stechen dauert nun ebenfalls so lange fort, als die Kette geschlossen ist*, und äuſsert sich auf der Seite des Reiſsbleyes; zugleich ist es, als ob das Innere der Nase in einem Zustand von Spannung gehalten würde, und man empfindet meistens ein Drücken durch den Kopf, was ich nach öfterer wiederholtem Experiment einigemal in förmliches, längere Zeit nach dem Versuch fortdauerndes, Kopfweh übergehen sah. Der Hang zum Niesen, und überhaupt die in der Nase erregte Empfindung läſst sich ohngefähr mit dem vergleichen, was in ihr beym Sehen in die Sonne oder bey dem Reiz des Schnupftobacks, auf solche die ihn nicht gewohnt sind, vorgeht, und das Niesen selbst erfolgte mehreremal nach längerer Fortsetzung des Versuchs. Hat man eine beträchtliche Zeit lang mit dem Experiment angehalten, so bleibt auf längere Zeit eine Empfindung in der Nase zurück, die der bey dem gewöhnlichen Schnupfen sehr ähnlich ist. Es darf übrigens nicht gerade Reiſsbley, es kann eben so gut Silber oder jeder andere in Verbindung mit Zink beträchtlich stark wirkende feste Excitator seyn, nur ist in diesem Fall, den Braunstein wahrscheinlich ausgenommen, die Wirkung schwächer, wie mit Reiſsbley. — Ich überlasse es jedem, nach Anstellung dieses leicht zu machenden Versuchs zu entscheiden, ob die Nase dabey bloſs als Organ des Gemeingefühls, oder zugleich als Geruchsorgan afficirt werde. Indeſs bringt doch nicht jeder Reiz in der Nase Niesen, so wie nicht jeder Reiz im Auge Licht, hervor. Giebt es etwan Gerüche, die sich zu den im gemeinen Leben vorkommenden verhalten, wie für das Ohr der reine Ton einer Saite zum dumpfen Schall, einem Geräusch oder Getöse? — und ist obige durch den Galvanismus bewirkte, Niesen erregende Empfindung, und eben so die ähnliche durch helles Licht erregte ein solcher? (Die gleiche Frage könnte man auch über das Verhältniſs des alkalischen und säuerlichen Geschmacks zu den so mancherley andern Geschmacksarten thun.)

Eine Affection des *Gehörorgans* als solchem durch den Galvanismus stand wohl schwerlich je zu erwarten, denn dazu hätte gewiſs eine schnell oscillirende Veränderung der dynamischen Verhältnisse in den feineren Theilen des Ohrs gehört, die durch unsere Reizungsmethode nicht so leicht, vielleicht gar nicht, herzustellen, und die gewöhnlich nur eine [illegible] Erschütterung der Luft oder der mit jenen Theilen genauer [illegible] genden, [illegible] Theile des Kopfes zu bewirken im Stande wäre. [illegible] hat [illegible] gemacht, [illegible] [illegible]. Das [illegible] [illegible] [illegible] schütterung, der Anschlag [illegible] Körper, Schläge gegen [illegible] Holz und Eisen, etc. Ich habe nicht bemerkt, etwas Ähnliches zu erhalten, einst nur einzige mal unter mehreren Versuchen, die ich durch [illegible] von der [illegible] Leitung [illegible] der [illegible] mit [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] Nerven [illegible], um hier einen auf mechanische Reizung zu [illegible], eine an dem Schläfen der Seite beginnende [illegible] [illegible] Empfindung in den innern Theilen des Gehörs, [illegible] mit einer sich über den Kopf verbreiteten [illegible] sanften Drucke begleitet zu seyn [illegible], *[illegible] oder [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]*. Es würde also weiter nichts, als der überall verbreitete Sinn des Gefühls [illegible], und der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Diesen allgemein verbreiteten Sinn des Gefühls hat man auf mancherley Weise der Einwirkung des Galvanismus unterworfen. Bereits hat [illegible] in den vorigen beiden Paragraphen [illegible] [illegible] Versuchen, wird man sehr oft [illegible] haben, wie bey Berührung der Nerven [illegible] [illegible] der, dass ein stechender Schmerz, wie bey Berührung des Auges und [illegible] ein heftigerer Schmerz mit schwachen Zuckungen [illegible] [illegible]

Fowler i. A. Monro's u. R. Fowler's Abh. üb. thier. Electr. Leipz. Vrgl. 8. S. 115.

lich nur eine zweckmäſsige Erschütterung der Luft, oder der mit jenen Theilen genauer zusammenhängenden festen Theile des Kopfes zu bewirken im Stande seyn mag. Man hat deſshalb darüber auch wenige Versuche angestellt. Der einzige *Fowler* giebt die Empfindung einer unangenehmen Kopferschütterung, bey Armirung beider äuſseren Gehörgänge durch Zin~~k~~n und Silber, an. Ich habe mich bemüht, etwas ähnliches zu erhalten, aber nur wenige mal unter mehreren Versuchen, die ich noch dazu um der stärkern Reizung willen statt des Silbers mit Reiſsbley anstellte, blieb mir nach Abzug dessen, was hier öfters auf mechanische Reizung zu rechnen war, eine mit dem Schlieſsen der Kette beginnende mäſsig *stechende Empfindung* in den innern Theilen des Ohres, deren Beginnen mit einer sich über den Kopf verbreitenden Welle sanften Druckes begleitet zu seyn schien, *welche erstere aber so lange als die Kette geschlossen blieb, anhielt,* übrig. Es wurde also weiter nichts, als der überall verbreitete Sinn des Gefühls afficirt, und der Erfolg hatte in so fern nichts sonderbares.

Diesen allgemein verbreiteten *Sinn des Gefühls* hat man nun auf mancherley Weise der Einwirkung des Galvanismus unterworfen. Bereits bey den in den vorigen beiden Paragraphen beschriebenen Versuchen wird man sehr oft wahrgenommen haben, wie bey Bewaffnung der Urethra bald ein brennender, bald ein stechender Schmerz, wie bey Bewaffnung des Anus mit Zink ein knipsendstechender oft schwache Zuckungen des Schlieſsmuskels erregender, mit Silber oder Reiſsbley ein mehr stechender Schmerz entstand, eine Wirkung, von der Herr *Achard* und andere sogar Schmerzen im Unterleibe, vermehrte Thätigkeit des Magens und zuletzt Diärrhoe erfolgen sahen, was ich selbst aber nie beobachtet habe. Selbst bey Armirung der Zunge bemerkt man bey stark activen Ketten ein von der Affection des bloſsen Geschmaks sehr verschiedenes Gefühl, und im Auge entsteht sehr oft bey unmittelbarer Bewaffnung desselben ein bisweilen unerträglich stechender Schmerz, der bey Silber oder Reiſsbley, wenn Zink die Zunge armirt, zugleich mehr drückend zu seyn scheint; vermehrter Thränenfluſs und zuletzt Entzündung des Auges ist, wie ich selbst erfahren habe, nach lange fortgesetztem Experimentiren, die Folge davon. In den Lippen, wenn hautdünnere Stellen an ihnen bewaffnet sind, erscheint ein empfindliches Brennen. So entstehen heftige Schmerzen in dem Inneren empfindlicher hohler Zähne, wenn sie armirt in einer wirksamen Kette befindlich sind. Lebhafter noch war die Wirkung bey Bewaffnung des Alveolus vor kurzem ausgezogener Zähne, und Wunden mancherley Art erleiden unter schicklichen Umständen die auffallendsten Schmerzen. Vor allem merkwürdig aber sind die von Herrn *von Humboldt* zuerst angestellten, nachher auch von andern wiederholten Versuche über Galvanisirung beträchtlicher durch Blasenpflaster zu dieser Absicht bewirkter Wunden. (S. *Gren's* neues *Journal der Physik. Band* 2. *Heft.* 1. *und Band* 3. *Heft* 2. — vergl. *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Band* 1. *S.* 197. *u. f.* 332. *u. f.)* Ich über-

φ oder ψ ψ

Vergl. Stift. S. 75. ♃$^{10,2}_{3}$ S. 76. ♃$^{17,6,4, ffgd.}_{2}$

gehe, was aus diesen Versuchen theils folgt, theils zu folgen scheint über mancherley Eigenheiten menschlicher Organe, — über sich auf eine Schlieſsung oft mehrmals erneuernde Contraction mit dem organischen Ganzen in noch völliger Verbindung stehender Muskeln, — über eine umgekehrte Richtung des Galvanismus bey Galvanisirung menschlicher Organe, (vergl. *Michaelis* in *Gren* a. a. O. Band 4. Heft 1. S. 13. — wenn sich das darüber beobachtete nicht, wenigstens zum Theil, auf *Fig.* 34—36. in §. 12. reducirt. Ich muſs indessen bemerken, daſs ich selbst bey einigen wenigen *Fröschen* unter vielen, und das einemal selbst in Gegenwart sehr gültiger und selbst untersuchender Zeugen, von dem Verhalten jener in *Fig.* 10 — 12. gerade das umgekehrte wahrnahm, indeſs es in *Fig.* 34—36. ziemlich regelmäſsig, nur selten gleichfalls das umgekehrte war, ohne daſs ich diese sehr merkwürdigen Ausnahmen ganz auf Rechnung der Nichtbemerkung vielen Einfluſs auf die Erscheinungen habender an sich unbedeutend scheinender Umstände, einer ungleichen Reizbarkeit beider Froschschenkel, die man nicht selten antrifft, und dergleichen, hätte bringen können, ob ich gleich nachher fand, welchen bedeutenden Antheil auch diese daran gehabt haben muſsten, indem ich bey sehr regulairem Erfolg jenes umgekehrte Verhalten künstlicher Weise leicht zurückrufen konnte. In einigen andern Fällen zeigten diese Organe die vorige Irregularität nur in den Zeiträumen der höheren Erregbarkeit, und wie diese nach und nach sank, verschwand jene, und alles ging regulair.) — über das Auſsenbleiben aller bemerkbaren Empfindung, wenn reizbare Froschschenkel an gewissen Orten in die Kette eintraten, welches verglichen damit, daſs die Stärke des Effects einer Galvanischen Kette auf Muskelbewegung bey abgetrennten thierischen Theilen, wie Froschschenkel u. s. w., mit der Gröſse der Berührungsfläche des die Muskeln unmittelbar armirenden Excitators mit ihnen zunimmt, verglichen ferner mit den merkwürdigen Erscheinungen bey Unterband oder Durchschnitt, deren ich anderswo noch genauer zu erwähnen gedenke, und anderen Umständen, endlich auf sehr intereſsante Resultate leiten wird. Wir entlehnen hier aus ihnen blos den Erfahrungssatz, daſs die mit der Schlieſsung der Kette beginnende (brennende) *Empfindung* in diesen Wunden unabgesetzt und in gleich hohem Grade *so lange fortdauerte, als die Kette geschlossen war*, und es schlossen alle Umstände den Verdacht, als würde der Contact der Galvanischen Kettenglieder unmerklich aufgehoben und erneuert, vollkommen aus. Dieselbe Fortdauer der Empfindung hat eben so gut in allen den zuvor angegebenen Arten, sie zu bewirken, statt, und selbst Thiere, z. B. gehörig präparirte Frösche, bey denen die gereizten Nerven noch mit dem unverletzten Gehirn zusammenhängen, bestätigen durch die gewöhnlich eben so lange, wie die Berührung der Kettenglieder, dauernde Unruhe, in die sie bey Schlieſsung der Kette versetzt werden, daſs auch bey ihnen ein Zustand der Empfindung von gleicher Dauer mit der des Geschlossenbleibens der Kette vorhanden sey.

§. 18.

§. 18.

Fortdauer durch Galvanismus bewirkter Empfindung, während daſs die Kette geschlossen bleibt. Folgerung daraus über die Fortdauer der Wirkung in der Galvanischen Kette.

So können wir denn zu Folge der in den §§. 15 — 17. aufgestellten Erfahrungen den allgemeinen Satz aufstellen, *daſs eine durch Schlieſsung einer Galvanischen Kette in den in ihr befindlichen Organen erregte Empfindung so lange fortdaure, als die Kette geschlossen bleibt.* Da aber jeder Empfindung ein Empfundenes zum Grunde liegt, mit der Fortdauer der Empfindung also auch die Fortdauer des Empfundenen gegeben ist, das Empfundene aber zunächst Product ist aus der Einwirkung des Galvanismus, und dem empfindlichen Theile, in welchen gewirkt wird, so muſs *diese Einwirkung so lange statt haben, als jene Kette geschlossen bleibt, d. h. so lange, als die Bedingungen, mit deren Eintritt jene Einwirkung begann, statt haben,* und mit der Modification oder Vernichtung jener bestimmten Bedingungen, wird auch jene bestimmte Wirkung eine andere werden oder aufhören. (Daraus folgt aber, wie ich kaum erinnern darf, nicht, daſs nicht auch nach dem Aufhören des Contacts, nach dem Aufhören jener Einwirkung, noch eine durch dieselbe in den gereizten Organen bewirkte bleibende Modification, die nun gleichsam für sich bestehend, und nicht mehr als abhängig von der ersten Einwirkung,

wie-

wiewohl als durch sie bestimmt, anzusehen ist, und die ihr folgenden, wiederum durch sie veranlaſsten, empfunden werden könnten, wie auch ein solches Nachbleiben einer Empfindung mehr oder weniger fast bey jedem Versuch, wo welche statt hat, wirklich anzutreffen ist. Dann wird aber doch bey Trennung der Kette das Bewirken jener Modificationen, die man im Gegensatz der durch sie verursachten, der secundären, die primären nennen könnte, als etwas Empfundenes, und mit ihm die Empfindung desselben, nicht aber die der secundären Modificationen, aufhören, und erst dann, wenn die Einwirkung auf das gereizte Organ so lange statt hat, daſs sie demselben beynahe gleichgültig ist, erst dann würde man bey Trennung der Kette keinen Unterschied zwischen der während und nach der Trennung vorhandenen Intensität der Empfindung bemerken können.)

§. 19.

Bestätigung der Fortdauer der Wirkung in der Galvanischen Kette durch neuere Beobachtungen an von dem organischen Ganzen abgetrennten thierischen Theilen.

Die Schluſsfolge aus den vorigen Beobachtungen über die Fortdauer der Wirkung in der Galvanischen Kette ist von groſser Wichtigkeit, wie wir weiter unten sehen werden, und wie denn überall die Wahrheit von mehr als einer Seite zugänglich ist, so auch hier. Neuere Untersuchungen haben mich nem-

nemlich in den Stand gesetzt, diesen Satz so zu befestigen, daſs er gegen alle Einwürfe gesichert ist, die manche wohl gegen ihn machen möchten, indem sie, da er aus Erfahrungen über Empfindungsaffection hergenommen ist, diese auf subjective Täuschung zu reduciren suchen möchten, welche Reduction aber die wahre subjective Täuschung selbst seyn würde. Denn bleibt uns wohl bey aller Erfahrung etwas anderes, als unser Gefühl, unser subjectives Gefühl übrig? Sollte dieses also, wenn es nur rein gefühlt wird, nichts gelten, so wäre wohl unsere ganze sinnliche Erfahrung Täuschung. Dann aber weiſs ich nicht, wie es um Erfahrungswissenschaften überhaupt aussehen möchte. — Also wir hören ferner, wie uns die Natur von der Fortdauer der Wirkung in einmal wirksamen Galvanischen Ketten belehrt, bereit ihre Sprache zu hören, sie rein zu fassen, und wenig bekümmert darum, ob das gehörte mit manchen bisherigen Erklärungsarten der Galvanischen Erscheinungen, (denn so möchte es wohl seyn, wie sich ein andermal zeigen wird,) in Widerspruch stehe, oder nicht. Noch soll man den ersten wahren Widerspruch der Natur, dieses Ideals aller Consequenz, mit sich selbst finden, und wird es auch nie, so gewiſs sie Natur ist.

Wenn man den Nerven *a* eines Froschschenkels in *Fig.* 23. an zwey verschiedenen Orten mit zwey homogenen Metallstücken *b* und *c* armirt und die Kette schlieſst, so werden selbst bey einem sehr hohen Grade von Erregbarkeit, keine Contractionen erscheinen. Die Summe der äuſserst geringen, obgleich wirklich vorhandenen, Verschiedenheiten jedes Nervenpunktes von dem andern, giebt immer nur noch eine sehr kleine Heterogeneität, und somit einen eben so kleinen Bestimmungsgrund für Action in der Kette, und bey selbst fast an die höchsten bekannten Grade grenzender Erregbarkeit vom Ganzen abgetrennter Organe ist der dadurch bestimmte Grad von Reizung kleiner, als das x, welches die Gröſse des Reizes (Action) übertreffen muſs, wenn Zusammenziehung des Muskels erfolgen soll. Eben so wenig sind bey derselben Temperatur der Reizbarkeit die Fälle positiv, wo in *Fig.* 63. ein ganz homogenes Stück Muskelfleisch, ein Stück nasser Schwamm, eine Schicht Wasser, oder irgend ein anderer beliebiger trockner, feuchter oder flüſsiger Leiter des Galvanismus *b* den Nerven *a* an zwey verschiedenen dem Eintritt des Nerven in den Muskel nicht zu nahe liegenden Punkten *c* und *d* berührt, und man hat sogar, ohngeachtet aller Bemühungen, unter diesen Umständen bey den erstgenannten Körpern noch nie Contraction erfolgen sehen, die der Wirkungsart dieser Körper auf einander auf diese Art und unter dieser Form zuzuschreiben gewesen wäre. Eben so wenig sah man (vergl. *von Humboldt a. a. O. S.* 39. *Fig.* 7.) je Zuckungen, wenn *b* ein, vielleicht von demselben Nerven abgeschnittenes, Nervenstück war. Daſs die Formeln *Fig.* 26 — 28. nur bey höheren Graden der Erregbarkeit positiv, bey niederen durchaus negativ ausfallen, weiſs man schon aus dem obigen (§. 10.). Um desto auffallender werden daher folgende Versuche in Rücksicht ihres Erfolgs seyn.

An die Nerven *c*, *d* zweyer gehörig präparirter, aber schon einige Zeit z. B. eine Viertel- bis halbe Stunde gelegener Froschschenkel *a* und *b* *Fig.* 64., (an denen also die eben erwähnten Versuche sämmtlich auf keinen Fall mehr gelingen werden,) die man durch einen homogenen Leiter des Galvanismus *g*, welcher es auch sey, verbunden hat, bringe man zwey homogene Metallstücke *e*, *e*, und beide in *k* in Berührung. Alles wird, wenn nur die angegebenen Bedingungen genau erfüllt sind, in Ruhe bleiben, und so muſs es auch nach dem oben §. 9. entwickelten Gesetz seyn, denn man findet wirklich zwey Punkte *g* und *k*, durch welche die Kette zertheilt, in zwey Hälften zerfällt, in welchen, ausgegangen in beiden von einem gemeinschaftlichen Theilungspunkte z. B. *k*, die Bestimmungsgründe für Actionen der Folge und dem Grade nach genau dieselben sind, sich folglich aufheben. In dieser Kette verbinde man einen beliebigen, zwischen der Armatur und dem Muskel gelegenen Punkt des einen Nerven, z. B. *i* von *d*, mit dem diesen armirenden *e* durch ein zweytes dem ersten ganz gleiches *e*. Es ist ruhig. Eben so ruhig ist es, wenn dieses verbindende *e* ein Stück Muskelfleisch, nasser Schwamm, ein Nervenstück, oder eine Schicht Wasser wäre, obschon hier eine neue Kette geschlossen wird, in der nach dem zweyten Gesetz in §. 11. Wirkung vorhanden, deren Gröſse aber kleiner als das durch den dermaligen Grad der Erregbarkeit des Organs bestimmte *x*, und daher auf Erregung von Muskelbewegung unwirksam ist. Es erfolgt ferner keine Contraction in einem der beiden Schenkel, wenn wie in

Fig.

Fig. 63., während daſs, wie vorhin, in *Fig.* 64. die Kette geschlossen ist, ein Stück Nerv, eine Wasserschicht, ein nasses Schwammstück, Muskelfleisch oder irgend ein Bogen eines flüssigen, feuchten oder festen Galvanischen Leiters *n*, den einen Nerven an 2 Punkten, wie in *r*, oder den Nerven und Muskel des einen Schenkels, wie in *s*, oder beide Nerven, wie in *t*, berührt.

Aber wie erstaunt man in *Fig.* 65., wo *e* und *f* zwey beträchtliche heterogene Leiter des Galvanismus, z. B. *e* Zink, Zinn, Bley u. s. w., *f* Kupfer, Wiſsmuth, Silber, Gold, Kohle, Erze, Reiſsbley, oder Braunstein u. s. w. sind, wo mit einem Wort eine beträchtlich wirksame Kette ist, und daher bey der Schlieſsung die Schenkel *a* und *b* heftig contrahirt werden. Bringt man hier ein dem einen der beiden Armaturen, von denen wir, um bestimmte Ausdrücke zu haben, *e* Zink und *f* Silber bedeuten lassen wollen, homogenes, zum Beyspiel ein zweytes Silberstück mit einem beliebigen Punkte des durch das erste Silber armirten Nerven, und dem ersten *f* in Berührung, so wird man bey Schlieſsung dieser für sich unwirksamen Kette, während daſs *e* und *f* in *k* fest geschlossen, etwan durch eine kleine Schraube für Erschütterungen, durch welche Schlieſsungen und Trennungen dieser ersten Kette, und damit Zuckungen, die nicht der Schlieſsung jener zweyten unter jenen Bedingungen zuzuschreiben seyn, den eben anzustellenden Versuch daher unrein machen würden, gesichert sind, kräftige Zuckungen, allein oder am stärksten in *b*, und schwächere

oder

oder keine bey Trennung derselben in demselben Schenkel, wahrnehmen. Schlieſst man auf eben die Art, nachdem die eben gemachte Verbindung wieder aufgehoben, die Hauptkette aber ungeöffnet geblieben ist, auf der entgegengesetzten Seite mit einem zweyten Zinkstück *e*, von *c* nach dem ersten *e*, so werden in *a* bey der Schlieſsung schwache, aber stärkere bey der Trennung, oder bey minderer Erregbarkeit bey dieser allein, Zuckungen entstehen. Gebraucht man anstatt des zweyten *e* oder *f* in beiden Fällen ein Stück Muskelfleisch, nassen Schwamm, oder eine Schicht Wasser, so wird der Erfolg ganz der wie bey Anwendung mit den schon armirenden homogener Metallstücke seyn, d. i. bey Schlieſsung von *c* mit *e* durch *e* werden mäſsige, stärkere bey der Trennung, bey Schlieſsung von *d* mit *f* durch *f* stärkere bey der Schlieſsung, schwächere Zuckungen beym Trennen, erregt werden. Er wird ferner derselbe seyn, wenn *e* und *f* der Grundkette die Nerven nicht unmittelbar, sondern mittelbar, wie in *Fig.* 12. durch nasse Schwammstücke u. s. w. *i*, *i*, armiren, und das zweyte *e* und *f*, in allen vorigen Bedeutungen eines dieser *i*, *i* und den ihm zugehörigen Nerven an irgend einem Punkte verbindet, doch scheint hier schon mehr auf die Entfernung der berührten Nervenpunkte vom Muskel anzukommen, und die Erscheinungen nähern sich mehr denen, die da erfolgen, wenn man in *Fig.* 66. nur zwey Punkte ein und desselben Nerven *c* oder *d* mit einem homogenen Bogen *n* irgend eines flüſsigen, festen oder feuchten Galvanischen Leiters, selbst mit einem Stück Nerv, genommen von dem eben zu behandelnden

den oder einem ihm völlig gleichen, verbindet. Hier bemerkte ich, wenn der Versuch an dem mit Zink *e* armirten Nerven geschah, die stärkste Contraction bey Schlieſsung, wenig oder keine bey Trennung, an dem mit Silber *f* bewaffneten Nerven hingegen die schwächere beym Schlieſsen, und die stärkere oder überhaupt eine starke beym Trennen der Kette, und zwar immer in dem Schenkel des behandelten Nerven. Doch schien auch hier die verschiedene Entfernung der berührten Punkte des Nerven vom Muskel die Erscheinungen zu modificiren. Verband der vorige homogene leitende Bogen *m* einen Punkt am Nerven und einen andern am Muskel desselben Schenkels, so war der Erfolg derselbe, wie bey *n*, jedoch weniger modificirbar. Verband der homogene Leiter *r* beide Nerven, so zuckte bey der Schlieſsung der Zink-, bey der Trennung der Silber-Schenkel am stärksten. Ist das verbindende *e* oder *f* in *Fig*. 65. oder der Bogen *n*, *m* oder *r* in *Fig*. 66. selbst ein reizbarer noch in ungestörter organischer Verbindung mit seinen Muskeln stehender Nerv, oder auch ein wie für *Fig*. 16. präparirtes noch lebendes Paar Froschschenkel, so daſs die äuſseren Enden ihrer Nerven *c* und *γ* die in *Fig*. 65. berührenden Enden der Leitungen *e*, *f* oder *n*, *m* oder *r* in *Fig*. 66. vorstellen, so zuckt der Schenkel des einzelnen Nerven oder die des Paares, nachdem die relativen Verhältnisse des- oder derselben gegen die Glieder der Grundkette sind, bald bey Schlieſsung, bald bey der Trennung, bald dieser, bald jener von beiden, einer aber und in einem von beiden Momenten, sobald seine oder ihre Erregbarkeit nur noch nicht zu weit

gesunken ist, immer wirklich mit, indessen das Wenn, Wo, und der Grad der Stärke der Zuckungen der in der Grundkette befindlichen Organe derselbe wie vorhin ist. Ia, es ist in verschiedenen Versuchen, wenn nur die zu der Grundkette gehörenden Organe, und die Temperatur ihrer Vitalität dieselben sind, die Zeit, der Ort, und, was Aufmerkſamkeit verdient, auch die Gröſse der Contractionen der Schenkel *a* oder *b* völlig der- und dieselbe, die Extremitäten, deren Nerven in *Fig*. 66. bey *n* u. s. w. schlieſsen, seyen noch so sehr, oder wenig, oder gar nicht mehr reizbar; blos die Stärke der Zuckungen, welche die letzteren unter diesen Umständen erleiden sollen, hängt von ihrer Erregbarkeit ab. Eben so ist es umgekehrt für die Zeit, den Ort und die Gröſse der Contractionen, welche die zu *n* u. s. w. gehörenden Extremitäten erleiden sollen, scheinbar ganz einerley, *a* und *b* seyen noch auf sehr hohem, oder niederem Grade der Erregbarkeit, oder diese sey bereits ganz geschwunden.

Aber alle diese sonderbaren Erscheinungen hören sobald auf, und sind durchaus nicht mehr zu erhalten, nach der Oeffnung der Kette, wenn auch gleich die Nerven noch mit ihren Armaturen, und mit diesen auch noch so viele andere Leiter des Galvanismus, welcher Art sie auch seyen, in Berührung stehen, sobald nur keine Kette geschlossen ist. Sie hören auf, und sind durchaus nicht mehr zu erhalten, wenn die vorige Kette *Fig*. 65. und 66., bey deren Schlieſsung die ihnen zugehörigen Organe lebhaft contrahirt wurden, welche also in jedem Betracht wirksame waren, wenn diese Ketten in solche umgeändert werden, in denen nach dem in §. 9. aufgefundenen Gesetz keine Action statt hat, d. i. in unwirksame, dergleichen man in *Fig.* 9. 13—15. 22. 31. u. 56—59. findet, und von welcher Art auch die in *Fig.* 64., deren negatives Verhalten für unsere Versuche wir zu Anfang dieses §. bemerkten. Diese unwirksamen Ketten sind völlig so gut, wie gar keine.

Aber diese sonderbaren Erscheinungen kommen wieder, wenn man die unwirksame Kette in eine wirksame verwandelt. Sie kommen um so eher und stärker wieder, je gröſser die Wirksamkeit der Kette, und sind am lebhaftesten und am längsten dauernd zu haben, wenn die Action der Kette die gröstmöglichst darstellbare ist. Die Begünstigung jener Erscheinungen verhält sich genau, wie der Grad der Wirksamkeit der Kette und umgekehrt, und so wie diese fehlt, fehlen auch jene. Ich wage keine Erklärung dieser Phänomene, sie würde hypothetisch ausfallen, dann aber nutzt sie zu nichts. Wir warten daher, bis uns die Erfahrung über ihren wahren Grund belehrt, und nehmen aus ihnen vor der Hand nur das, was sich unmittelbar aus ihnen ergiebt, daſs nemlich während dem Geschlossenseyn wirksamer Galvanischer Ketten, die inneren (dynamischen) Verhältnisse der in ihnen vorhandenen Glieder auf eine Art modificirt sind, wie sie es nicht sind, wenn die Kette eine unwirksame war; daſs sie in diesen Zustand mit der Schlieſsung der Kette erster Art gesetzt sind, und mit Trennung derselben aus ihm hervorbrachten mögen, und daß das Erregen in diesem Zustande, uns nicht weiter verleiten, nur [illegible] nicht immer anzuwenden seyn, als ein Bey-[illegible] *[illegible] der ungleichartigen Behandlung der Ner-[illegible] [illegible] gewöhnlichen [illegible] Galvanischen Reizungen [illegible].*

Von diesem [illegible] zeigte, die vollkommene Anordnung der einzelnen Versuche vorgesehen. Wirkung von einem ersten Augenblick der Operation [illegible] ausgewählten einzelnen mit einem Theile [illegible] vorgelegten Wirkung. Die [illegible] wurde kaum widerlegen können, wenn man [illegible] (vergl. Fig. 77—79) [illegible] wird aber [illegible] wenn es [illegible] beträchtlich verschiedene Bestimmung [illegible] Zink und Silber, oder umgekehrt, daß [illegible] Contraction geschehe, wenn die Spitze des angelegten Metalles nemlich lang [illegible] parirten Nerven selbst, auf ihn zurückgebogen, und dieser von ihr in irgend einem Punkte berührt wird. In Fig. 83 machte ich den Augenblick, da der Nerv [illegible] sich selbst [illegible] [illegible] und in Fig. [illegible] wenn [illegible] geschlossene [illegible] in Kontakt [illegible] den Nerven [illegible] 3 oder 4, selbst wenn er nah der [illegible] berühret [illegible] einem dieser beiden Punkte, [illegible] in dem andern berührt; und so läßt sich, wenn es nöthig wäre, dieses Spiel wohl weiter treiben. Ja, in Fig. 79. erfolgen sogar Zusammenziehungen, indem die zwey [illegible] von einander entfernten, [illegible]

herausgerissen werden; und daſs das Erhalten in diesem Zustande, von nichts weiter abzuleiten, und auf nichts anderes zurückzuführen sey, als auf *die Fortdauer der wechselseitigen Einwirkung der Glieder in einmal geschlossenen wirksamen Galvanischen Ketten auf einander.*

Wer etwan glauben möchte, daſs während der Anstellung der erzählten Versuche die gesehene Wirkung von einer erst in dem Augenblick der Operation durch die dazu angewandten thierischen und andere Theile in die Kette gebrachten Wirkung, die vorhin nicht statt fand, herrühre, den würde man wiederlegen können, wenn man ihm die Versuche *Fig.* 67—70. zeigte. In der ersten *Fig.* wird nemlich, wenn, so wie in den folgenden, *e* und *f* zwey beträchtlich verschiedene Excitatoren, z. B. Zink und Silber, oder umgekehrt, sind, *a* in Contraction gerathen, wenn die Spitze des in der Kette befindlichen ziemlich lang präparirten Nerven *c* selbst, auf ihn zurückgebogen, und dieser von ihr in irgend einem Punkte β berührt wird. In *Fig.* 68. zuckt *a* in dem Augenblick, als der Nerv *c* in α sich selbst berührt, indem er die Schlinge β bildet, und in *Fig.* 69. wird *a* contrahirt, wenn die in α geschlossene fertige Schlinge β, im Zurückbiegen den Nerven *c* in γ oder δ, selbst wenn sie nach der bleibenden Berührung in einem dieser beiden Punkte ihn in dem andern berührt; und so läſst sich, wenn es nöthig wäre, dieses Spiel noch weiter treiben. Ia, in *Fig.* 70. erfolgen sogar Zusammenziehungen, indem die zwey vorher von einander entfernten, beide sich unter gleichen äuſseren Verhältnissen in der geschlossenen Kette *aefg* befindenden schon getrennt aus dem Rückenmark in *g* heraustretenden Aeste, die durch ihren Zusammentritt in *h* den lang heraus präparirten Cruralnerven *c* bilden, in einem Punkte α sich wechselseitig leise berühren. Hier kommt durchaus nichts in die Kette, was nicht schon vorher in ihr war, noch weniger etwas aus derselben, und durch *Fig.*71. ist vollends aller Verdacht für eine Ableitung des Reizes, auf die man etwa jene Phänomene reducirbar halten möchte, aufgehoben. Hier wird nicht allein *a*, sondern auch, und zugleich, *b* contrahirt, wenn die sich in zwey ganz abgesonderten Ketten aber unter völlig gleichen Umständen befindenden Nerven von zwey gleichen ebenfalls unverbundenen Extremitäten *a* und *b*, einander in zwey bey beiden ähnlich liegenden Punkten α und β berühren, wo demnach schlechthin kein Grund für eine Ableitung vorhanden zu seyn scheint. Dieser Versuch wird zugleich, so wie zum Theil die vorigen, zeigen, wie gar nicht man jene Erscheinungen aus einer durch mehrere kleine Heterogeneitäten in der neu geschlossenen Kette bedingten Action unter der bestimmten Form einer in sich zurücklaufenden Körperreihe, wenigstens nicht aus dieser allein, zu erklären habe, da hier an keine irgend zu bemerkende Heterogeneität zu denken ist, die doch, wie alle Versuche lehren, zur Reizung des Nerven durch Einwirkung der Glieder einer geschlossenen Kette unter dieser Form auf einander schlechthin nöthig wäre, selbst bey sehr hohen Graden der Erregbarkeit der reizbaren Theile. Es verdient nemlich

Ob bey dieser Gelegenheit nicht ein Umstand erwähnt zu werden verdient. Man könnte vermuthen, daſs, nachdem man wirklich überzeugt ist von der Fortdauer der bey der Schlieſsung der Kette begonnenen Wirkung bis zur Trennung derselben, der oder die in dieser Kette befindlichen Nerven reizbarer Muskeln für eine eben so lange Zeit in einem Zustand höherer Erregbarkeit versetzt wären, aus dem sie wieder herausgerissen würden, wenn die Bedingungen, deren Folge sie darein versetzte, aufgehoben würden. Ich kann zwar diese Frage weder bejahen, noch gänzlich verneinen; gesetzt indessen, die Erregbarkeit sey wirklich dadurch, daſs der Nerv in der geschlossenen wirksamen Kette sich befindet, erhöht, so kann dieses nur in dem der Wirkung der Kette unmittelbar ausgesetzten Theile desselben der Fall seyn, denn in Fig. 72, wo *f* und *e*, damit die Kette wirksam genug sey, Zink und Reiſsbley bedeuten, und die Nervenstrecke der Erregbarkeit von *a* und *b* nebst ihren Muskeln ziemlich hoch stehen kann, wird, wenn die [illegible] durchkreuzenden Nerven etwa der nur gehörig berühren, eine auſserhalb der geschlossenen Kette keine leitende Verbindung von *a* nach *c* ist, bey Anbringung des Bogens *b* oder *d* die Contraction erscheinen, wenn sie nicht schon vor der Kettenschlieſsung beym Gebrauch des letzteren in [illegible] ziemlicher Stärke, zu erhalten war. Erst dann, sobald ein in der Grundkette *f e* befindliches Nervenstück, sey es auch noch so klein, in die [illegible] jetzt durch den leitenden Bogen zu schlieſsende, [illegible] kann der Grund zur Wirksamkeit enthalten [illegible] und *f* ist dann; dann aber auch gewiſs lich bey dieser Gelegenheit noch ein Umstand erwähnt zu werden. Man könnte vermuthen, daſs, nachdem man wirklich überzeugt ist von der Fortdauer der bey der Schlieſsung der Kette begonnenen Wirkung bis zur Trennung derselben, der oder die in dieser Kette befindlichen Nerven reizbarer Muskeln auf eine eben so lange Zeit in einen Zustand höherer Erregbarkeit versetzt wären, aus dem sie wieder herausgerissen würden, wenn die Bedingungen, deren Eintritt sie darein versetzte, aufgehoben würden. Ich kann nun zwar diese Frage weder bejahen, noch gänzlich verneinen; gesetzt indessen, die Erregbarkeit sey wirklich dadurch daſs der Nerv in der geschlossenen wirksamen Kette sich befindet, erhöhet, so kann dieses nur in dem der Wirkung der Kette unmittelbar ausgesetzten Theile desselben der Fall seyn, denn in *Fig.* 72, wo f und e, damit die Kette wirksam genug sey, Zink und Reiſsbley bedeuten, und die Temperatur der Erregbarkeit von a und b nebst ihren Nerven ziemlich hoch stehen kann, wird, wenn die sich in α durchkreutzenden Nerven einander nur gehörig berühren, und auſserhalb der genannten Kette keine leitende Verbindung von a nach b ist, bey Anbringung des Bogens o oder t nie Contraction erscheinen, wenn sie nicht schon vor der Kettenschlieſsung beym Gebrauch des letzteren in g, und ziemlich stark, zu erhalten war. Erst dann, sobald ein in der Grundkette $f \alpha e$ befindliches Nervenstück, sey es auch noch so klein, in die zweyte jetzt durch den leitenden Bogen zu schlieſsende, an sich kaum den Grund zur Wirksamkeit enthaltende Kette tritt, erst dann, dann aber auch gewiſs, erscheinen Contractionen. Dieses ist der Fall bey den Bogen *n*, *m* und *p*; ja bey hoher Erregbarkeit ist es schon genug, wenn der Vereinigungspunkt *α* in die neue Kette kommt, was geschieht, wenn mit *s* geschlossen wird.

Alle in diesem §. erzählten Erscheinungen haben nun nicht blos in Ketten von der zu ihrer Aufführung bestimmten Form *Fig*. 65. 66. u. a. statt, so wie sie nicht blos in den vorhin angeführten Formen negativer Ketten fehlen, sondern man findet sie in jeder nicht zu schwach wirkenden Kette, wie und aus was sie auch construirt seyn möge, und vermiſst sie durchaus in jeder nach dem in §. 9. aufgestellten Gesetz völlig unwirksamen, oder ungeschlossenen Kette, sobald nur der Grad natürlicher Reizbarkeit nicht mehr so hoch ist, daſs z. B. in *Fig*. 64. in *s*, und in *i*, wenn das verbindende *e* ein von dem zur Hauptkette gehörigen *e*, und in der Leitungsfähigkeit für Galvanismus nicht beträchtlich, obschon wirklich, von der des Nerven unterschiedener Körper, wie Muskelfleisch, ein anderes Nervenstück u. s. f., ist, schon Contractionen erfolgen, was aber selten der Fall ist, wenn die zu reizenden Organe schon heftig wirkenden Ketten ausgesetzt gewesen waren. Das dabey vorhin für *Fig*. 65. und 66. angegebene Wenn und Wo ist übrigens beständig dasselbe, wenn *e* und *f* daselbst die allgemeine Bedeutung von *e* und *f* der *Fig*. 11. in §. 12. erhält, und zufolge des §. 13. gesagten kann man es für jeden verwickelteren Fall vorausbestimmen.

Noch will ich einige erfahrneren Experimentatoren vielleicht nicht unangenehme Modificationen jener Versuche beschreiben, die in eine Classe gehören mit denen über den Effect des Unterbandes und Durchschnitts gereizter Nerven, die ich, in Rücksicht dessen, was diese Versuche Lehrreiches enthalten, anderswo zu untersuchen hoffe; denn daſs sie lehrreich seyn müssen, kann man schon daraus abnehmen, daſs sie noch keine bisher aufgestellte Theorie über Galvanismus richtig erklären konnte, welches aber zugleich das eigentliche Criterium für das fehlerhafte dieser Theorieen selbst ist; eine richtige Theorie muſs alles erklären, nach ihr darf nichts unerklärbar seyn, denn die Natur kennt keine Ausnahme. — Man sahe in *Fig.* 65. Contractionen entstehen, wenn *d* mit dem *e* oder *f* der Grundkette durch ein diesem homogenes *e* oder *f*, oder durch irgend einen in der Leitungsfähigkeit für Galvanismus nicht beträchtlich von *c*, *d* verschiedenen Körper verbunden wurde. Würden aber *c* und *d* daselbst in *n*, *n* unterbunden oder durchschnitten, so würde jeder Versuch, auf die angezeigte Art Contraction in einem der beiden Schenkel zu erhalten, vergebens seyn, er würde nur dann wieder gelingen, wenn der mit *e* oder *f* zu verbindende Punkt des Nerven unterhalb *n*, zwischen demselben und dem Muskel, gelegen wäre. So würde auch keine Contraction in *a* oder *b* erfolgen, wenn ein flüſsiger, feuchter oder fester Bogen, blos mit dem oberhalb *n* befindlichen Nervenstück an zwey verschiedenen Punkten desselben in Berührung gebracht würde. War aber der leitende Bogen, wie er es in *Fig.* 73.

ist, in der dort angegebenen oder umgekehrten Lage zu den Theilen der Kette, in welcher *f* und *e* von derselben Bedeutung wie in *Fig.* 11. und beträchlich von einander verschieden, z. B. Silber und Zink, sind, so zuckte *d* bey der Berührung des zweyten Punktes in beiden Fällen lebhaft, schwächer, wenn *f* am Nerven und *e* am Muskel lag. Bey *e* am Nerven zuckte der Schenkel *h* eines das oberhalb *n* liegende Nervenstück mit *e* verbindenden reizbaren Nerven *i*, stark bey Schlieſsung, nicht oder sehr schwach bey der Trennung; eben so, wenn, indem *hi* die umgekehrte Lage erhielt, *f* den Nerven armirte. War die Lage von *hi* wieder identisch mit der in der Figur gezeichneten, dann zuckte, bey *e* am Nerven, *h* bey der Schlieſsung und Trennung, meist ziemlich gleich stark, und eben so, wenn *hi* in umgekehrter Richtung und *f* am Nerven lag. Indeſsen aber *d* und *h* oft sehr heftige Contractionen erlitten, blieb doch, was sehr merkwürdig ist, *a* gänzlich in Ruhe, so gut, als wenn *e* oder *i* ein nasses Schwammstück u. s. w. war, sobald nur in *k* das Schüttern von *f* und *e*, wenn es feste Körper, wie oben, waren, sorgfältig vermieden wurde. Dieses kann einen neuen Beweis dafür geben, wie wohl nicht mit dem leitenden Bogen in *Fig.* 64 — 66. und 72. erst Wirkung in die Kette kam, sondern eine schon vorhandene nur, und zwar (wenigstens vorzüglich) nur da, wo der Versuch angestellt wurde, Modification erlitt; denn warum zuckte, wenn das Gegentheil statt fand, *a* nicht mit? —

§. 20.

Fortſetzung der Beweiſe für die nach der Schließung fortdauernde Wirkung in der Galvaniſchen Kette. — Entgegengeſetzte Modificationen der Nervenerregbarkeit durch Einwirkung des Galvanismus in geſchloſſenen Ketten auf die in ihnen befindlichen reizbaren Nerven. Oft anhaltende Fortdauer von Contractionen [illegible] Geſchloſſenſeyn der [illegible]

Schon längst hatte ich mir vorgenommen, zu untersuchen, ob und welchen Einfluss es auf die Reizbarkeit thierischer Organe habe, wenn sie längere Zeit in geschlossenen Ketten der fortdauernden Einwirkung des Galvanismus ausgesetzt würden, und ob dieser Einfluss bey verschiedener Richtung des Galvanischen Reizes, und wenn es der Fall wäre, wie er nach dieser verschieden seyn werde. Bey den Versuchen des vorigen §. wurde ich von neuem an jenen Vorsatz erinnert, und die Resultate der angestellten Untersuchungen entsprachen meinen Vermuthungen auf das vollkommenste. Ich theile hier die wenigen Beobachtungen darüber mit, indem sie, außer anderem, von neuem den triftigsten Beweis für die Fortdauer einer bey dem Schließen der Galvanischen Kette beginnenden Wirkung in derselben geben.

§. 20.

Fortsetzung der Beweise für die nach der Schlieſsung fortdauernde Wirkung in der Galvanischen Kette. Entgegengesetzte Modificationen der Nervenreizbarkeit durch Einwirkung des Galvanismus in geschlossenen Ketten auf die in ihnen befindlichen reizbaren Nerven. Oft zu bemerkende Fortdauer von Contractionen während dem Geschlossenseyn der wirksamen Kette.

Schon längst hatte ich mir vorgenommen, zu untersuchen, ob und welchen Einfluſs es auf die Reizbarkeit thierischer Organe habe, wenn sie längere Zeit in geschlossen gehaltenen Ketten der fortdauernden Einwirkung des Galvanismus ausgesetzt würden, und ob dieser Einfluſs bey verschiedener Richtung des Galvanischen Reizes, und wenn es der Fall wäre, wie er nach dieser verschieden seyn werde. Bey den Versuchen des vorigen §. wurde ich von neuem an jenen Vorsatz erinnert, und die Resultate der angestellten Untersuchungen entsprachen meinen Vermuthungen auf das vollkommenste. Ich theile hier die wenigen Beobachtungen darüber mit, indem sie, auſser anderem, von neuem den triftigsten Beweis für die Fortdauer einer bey dem Schlieſsen der Galvanischen Kette beginnenden Wirkung in derselben geben.

Wenn man von zwey auf gleichen Graden der Erregbarkeit stehenden Froschschenkeln, den einen wie in *Fig.* 1. armirt, wo *d* Zink und *b* Silber, oder des auffallenderen Erfolgs wegen, Reiſsbley, was die Muskeln in beträchtlicher Fläche berühret, bedeute, indessen der andere zwar eben so armirt, aber die Kette nicht, wie bey dem ersteren, geschlossen wird, und beide unter den angegebenen Verhältnissen ruhig liegen läſst, so wird man, wenn man, etwa nach einer Stunde oder weniger, *ac* aus der Kette nimmt, finden, daſs bey gleichen Excitatoren unter gleichen örtlichen Verhältnissen der erste *ac* entweder nur noch schwach, oder gar nicht mehr in Bewegung zu bringen ist, wenn der zweyte noch lebhafte Contractionen giebt; kurz in dem Nerven *c* von *a* wird die Reizbarkeit weit eher geschwunden seyn, als in dem Nerven der Extremität, welche in keiner geschlossenen Kette lag. Daſſelbe geſchieht mit ihm, wenn er, der Nerv *a Fig.* 23. allein, zwar von denſelben Körpern, aber ſo, daſs Zink *c* an dem vom Muskel entfernteren, Reiſsbley *b* hingegen an dem diesem näher liegenden Punkt desselben liegt, armirt und die Kette geschlossen iſt. — Nicht ſo, sondern gerade das entgegengesetzte erfolgt, wenn die Verhältnisse der Excitatoren die umgekehrten sind, *d* in *Fig.* 1. oder *c* in *Fig.* 23. also Reiſsbley, und *b* Zink ist. Aus §. 1. weiſs man das Wenn und den Grad der Stärke der Contraction, der in den hier gebrauchten Formeln in den Momenten der Schliessung und Trennung dieser Ketten zu erwarten ist. Man sah bey *Fig.* 1. in der letzten Bedeutung der Regel nach die stärkere Contraction bey der Trennung der Kette, man hat sie daher auch in dem jetzigen Fall zu erwarten, wenn man nach einer Zeit von ohn-

ohngefähr einer halben Stunde die so lange geschlossen gewesene Kette öffnet, und man erhält sie auch, aber weit stärker, als bey dem nicht in der Kette gewesenen Schenkel, wenn man diesen auf die nemliche Art in diesem Augenblicke armirt, und nun nach der vor wenigen Secunden geschehenen Schlieſsung die Kette trennt. Auch kommt erstgenannter Schenkel nicht gleich nach der ersten Zusammenziehung in Ruhe, wie es bey solchen, die kürzere Zeit geschlossen gewesenen Ketten ausgesetzt waren, bey der Trennungszuckung zu geschehen pflegt, sondern erst nach und nach, aber nicht sowohl nach etwan von neuem in bestimmten Intervallen sich nach und nach immer schwächer wiederholenden Contractionen, sondern indem er aus einem heftigen Grade von Spannung aller Muskelfasern, in die er bey der Trennung versetzt wurde, mehr durch ein gleichförmiges, obschon auch zum Theil durch kleine oscillirende Zusammenziehungen unterbrochenes, Abnehmen dieser die vorige Ruhe wieder erhält. Dieses kommt aber, wenn die Kette erst ohngefähr eine Stunde und später nach der ersten Schlieſsung geöffnet wird, nicht sobald, sondern erst nach bisweilen einer Minute und darüber dauernder Zeit, zu Stande. Fürchterlich ist oft die Spannung, welche alle Muskeln während dieser Zeit erleiden, und doch kann man sie den Augenblick aufheben, wenn man die Kette von neuem schlieſst: der Schenkel sinkt in tiefen Schlaf zurück, aus dem er aber mit jeder neuen Trennung eben so schrecklich wieder geweckt wird. Diese Erscheinungen, wiewohl am Ende schwächer kann man bey der Erregbarkeit, wie sie im Durchschnitt bey diesen Thieren gewöhnlich vorkommt, bis in die dritte und vierte Stunde nach dem Tode haben, ja ich sahe sie mehreremal nach 5, sogar nach 6 Stunden nach dem Tode des Thieres, wenn die gebrauchten Theile vom Augenblick ihrer Trennung vom Ganzen an dieser Behandlung unterworfen waren. Hatten aber Froschschenkel sammt ihren Nerven längere Zeit nach dem Tode ruhig gelegen, dann erhielt ich beym weiter heraus Präpariren der vorher ſolange mit Muskelfleiſch umgebenen Nerven die gedachte Erscheinungen nach zehen bis zwölf Stunden, bisweilen noch nach ganzen Tagen.

Diesen entgegengesetzten Erfolg kann man in *einem* Versuch haben in *Fig.* 11., wenn man *ac*, *bd* in dieser Kette, in der hier *f* Reiſsbley oder Silber, und *e* Zink bedeute, längere Zeit, z. B. etliche Stunden liegen läſst; *b* wird schon sehr geschwächt, vielleicht schon ganz unreizbar, seyn, indessen *a* die erzählten sonderbaren Erscheinungen noch sehr vollkommen giebt. Dasselbe wird der Fall in *Fig.* 40. seyn, und in *Fig.* 35. und 42. wird aus durch den §. 12. bekannten Gründen, der Nerv des Schenkels deprimirt, der mit *f* armirt ist, indeſs der mit *e* armirte die Erscheinungen des in *Fig.* 11. und 40. durch *f* bewaffneten giebt. — Im allgemeinen lieſsen mich meine wenigen Versuche schlieſsen, daſs von zwey anfangs in gleichem Grade irritablen Froschextremitäten, die Reizbarkeit *früher* geschwächt, oder geschwunden war, in den Nerven derjenigen, welche sich, während die andere ohne Kette sich selbst überlassen war, in einer geschlossenea wirksamen Kette befand, gewöhnlich vorkommt, bis in die dritte Stunde nach dem Tode haben, ja ich sahe sie mehreremal nach 5, sogar nach 6 Stunden nach dem Tode des Thieres, wenn die gebrauchten Theile vom Augenblick ihrer Trennung vom Ganzen an dieser Behandlung unterworfen waren. Läßt man aber Froschschenkel sammt ihren Nerven längere Zeit nach dem Tode ruhig gelegen, dann erhält man kaum weiter heraus. Präpariren der vorher lostlang mit Muskelfleisch umgebenen Nerven die gedachte Erscheinungen noch zeitigen zwey Stunden, bisweilen noch nach ganzen Tagen.

Diesen entgegengesetzten Erfolg kann man bey einem Versuch haben, wo man es (Fig. 11.) anordnet in dieser Kette, wo der hier f Metall oder Silber und z Zink bedeuten, längere Zeit, z. B. etliche Stunden liegen läßt; er wird schon sehr geschwächt, vielleicht schon ganz unwirksam seyn, indessen die erwähnten sonderbaren Erscheinungen noch sehr vollkommen giebt. Dasselbe wird der Fall in Fig. 40. seyn, und in Fig. 35. und 42. wird aus durch f2. bey kannten Gründen der Nerv des Schenkels deprimirt, der mit f armirt ist, indess der mit z armirte die Erscheinungen des in Fig. 11. und 40. durch f bewaffneten giebt. — Im allgemeinen ließen mich meine wenigen Versuche schließen, daß von zwey anfangs in gleichem Grade irritablen Froschextremitäten, die Reizbarkeit früher geschwächt, oder geschwunden war, in den Nerven derjenigen, welche sich, während die andere ohne Kette sich selbst überlassen war, in einer geschlossenen

befand, in der bey der Schlieſsung die stärkste Contraction geſchah, d. i. in der *e*, (in der allgemeinen Bedeutung im §. 12.) den Nerven mittel- oder unmittelbar, oder wenn er allein armirt war, wo *e* den von dem Eintritt in den Muskel der Länge des Nerven nach entferntesten Punkt desselben, wenn *f* den ihm näher liegenden oder den Muskel selbst, armirte, oder wie wir diese Umstände mit einem Worte ausdrücken können, wo der Nerv der Galvanischen Reizung *positiv* ausgesetzt war, wie es der Fall mit *b* in *Fig.* 10—12. 33. u. 40. oder mit *a* in *Fig.* 35. 36. 42. u. 44. ist; — daſs von zwey anfänglich gleich reizbaren Extremitäten, indessen die eine ohne Kette sich eben so lange selbst überlassen war, die Reizbarkeit des Nerven der anderen *später* geschwächt und vernichtet wurde, wenn sie sich in einer geschlossenen wirksamen Kette befand, wo nicht *e*, sondern *f* den Nerven mittel- oder unmittelbar, oder bey Armirung des Nerven allein, den vom Eintritt in die Muskeln entferntesten Punkt an demselben berührte, wo also im Gegensatz des vorigen, der Nerv der Reizung *negativ* ausgesetzt war, wie bey *a* in den vorhin zuerst und *b* in den zuletzt genannten Figuren; — daſs in *Fig.* 11. die Erregbarkeit von *d früher*, die von *c* aber *später* geschwächt und vernichtet werde, als die des Nerven der gleich lange Zeit auſser Kette gelegenen, zu Anfang auf gleichem Grade der Erregbarkeit mit *a* und *b* stehenden Extremität *d Fig.* 30. — Es ist sehr überraschend zu sehen, wie, wenn in *Fig.* 11. *b* bereits um ein beträchtliches schwächer als das noch sehr lebhafte *a* ist, wie es nach einiger Zeit das umgekehrkehrte wird, wenn man *e* an *c* und *f* an *d* legt. Nun ſcheidet in dem vorhin ſo lebhaften *a* die Erregbarkeit bald ſo weit, daſs nun *b*, das vorhin ſchwächer war, jetzt lebhafter als *a* iſt, ja *b* erſcheint nun nicht allein im Verhältniſs zu *a*, ſondern auch in Bezug auf den vorigen Zuſtand der Erregbarkeit ſeiner ſelbſt, weit irritabler. Wenn nemlich zu Anfang des Verſuches in *Fig.* 11. *a* und *b* gleich ſtarke Zuckungen bey der Schlieſsung und Trennung gaben, wenn *f* bald an *c*, bald an *d* lag, ſo werden nach einiger Zeit bey bleibender Form *Fig.* 11. weit ſchwächere Zuckungen in *b* bey Schlieſsung der Kette, als anfangs, und *a* ſtärkere beym Trennen, als vorhin, geben, ja zuletzt hört alle Zuckung beym Schlieſsen in *b* auf, deſto ſtärker aber erſcheinen ſie bey der Trennung in *a*, wo ſie bald in das anhaltende Spannen übergehen. Ietzt bringt man *f* an *d* und *c* an *e*; bey der Schlieſsung wird *a* ſehr ſtark contrahirt, und bey der Trennung bleibt *b* ruhig. Nach einiger Zeit giebt *a* ſchwächere Schlieſsungszuckung, und in *b* erſcheinen wieder ſchwache Trennungszuckungen, dieſe nehmen nach und nach zu, ſo wie jene abnehmen, und endlich erſcheinen nur ſtarke Trennungszuckungen oder Spannungszuſtand in *b*, und in *a* hören die bey der Schlieſsung ganz auf. Man ändert jetzt die Ordnung der Excitatoren wieder um, der umgekehrte Proceſs beginnt von neuem, und ſo läſst ſich dieſes Spiel, wenn man Gedult hat, und die Erregbarkeit des Organs nicht darüber zu Grunde geht, mehremal fortſetzen.

Aber noch mehr. Wenn *a* ſo wenig als *b*, ſelbſt gleich nach der Trennung vom organiſchen Ganzen, kehrte wird, wenn man *a* an *c* und *f* an *d* legt. Doch scheidet in dem vorhin so lebhaften *a* die Erregbarkeit bald so weit, daſs nun *b*, das vorhin schwächer war, jetzt lebhafter als *a* ist, ja *b* erscheint nun nicht allein im Verhältniſs zu *a*, sondern auch in Bezug auf den vorigen Zustand der Erregbarkeit seiner selbst, weit irritabler. Wenn nemlich zu Anfang des Versuches in *Fig.* 11. *a* und *b* gleich starke Zuckungen bey der Schlieſsung und Trennung gaben, wenn *f* bald an *c*, bald an *d* lag, so werden nach einiger Zeit bey bleibender Folge der Glieder weit schwächere Zuckungen in *b* beym Schlieſsung der Kette, als anfangs, und *a* stärkere beym Trennen als vorhin, geben; ja zuletzt hört alles Zucken beym Schlieſsen in *b* auf, desto stärker aber erscheinen sie bey der Trennung in *a*, wo sie bald in das anhaltende Spannen übergehen. Jetzt bringt man *f* an *d* und *c* an *g*; bey der Schlieſsung wird *a* sehr stark contrahirt, und bey der Trennung bleibt *b* ruhig. Nach einiger Zeit giebt *a* schwächere Schlieſsungszuckungen, und in *b* erscheinen wieder schwache Trennungszuckungen, diese nehmen nach und nach zu, so wie jene abnehmen, und endlich erscheinen nur starke Trennungszuckungen oder Spannungszustand in *b*, und in *a* hören die bey der Schlieſsung ganz auf. Man ändert jetzt die Ordnung der Excitatoren wieder um, der umgekehrte Proceſs beginnt von neuem, und so läſst sich dieses Spiel, wenn man Geduld hat, und die Erregbarkeit des Organs nicht darüber zu Grunde geht, mehreremal fortsetzen.

Aber noch mehr. Wenn *a* so wenig als *b*, selbst gleich nach der Trennung vom organischen Ganzen

durch thierische Theile allein Galvanisch reizbar war, so ist es *a* (oder überhaupt die durch *f* armirte, also nach der vorhin festgesetzten Bedeutung, so wie jede andere, *negativ* gereizte Extremität) wenn es eine Stunde oder so lange in der Kette gelegen hat, bis es die oben beschriebenen Spannungen bey der Trennung der Kette erleidet. Sowohl zum Theil schon während derselben, als vielmehr, und vollkommener, nachher, wird diese Extremität, und oft noch heftiger, als es selbst bey sehr hohen Graden natürlicher Erregbarkeit zu geschehen pflegt, contrahirt werden, wenn man wie in *Fig.* 26. die Spitze, oder in *Fig.* 27. die Fläche des in der Kette befindlich gewesenen Nerven an den Schenkel nach *α* zurückbeugt, oder ihn *b* in *Fig.* 28. mit einem zuleitenden, *a* berührenden Körper *c* in Berührung bringt, oder wenn *c* (gleich *g* *Fig.* 70.) das noch an *b* organisch befindliche Stück des in seine Hülle eingeschlossenen Rückenmarkes, aus dem *b* entspringt, ist. Fast bey jedem Froschschenkel, den ich in die Umstände versetzte, daſs er die oben genannten Erscheinungen von dauernder Spannung bey Trennung der Kette gab, gelang jene Reizung *mit blos thierischen Theilen*, und so sah ich sie selbst an Extremitäten, die seit halben, beynahe bis ganzen Tagen, vom Thiere abgetrennt, müſsig gelegen hatten, und darauf in gedachte Umstände versetzt wurden. Dieser hohe Grad von künstlich hervorgerufener Reizbarkeit hielt, wenn er einmal in seiner ganzen Vollkommenheit da war, mehrere Minuten, bisweilen Viertel- und halbe Stunden an, ja er hielt mehreremal Reizungen durch sonst sehr heftig wirkende Ketten wie z. B. *Fig.* 1. aus, ohne nachher verschwunden zu seyn. Während dieses Zustandes höherer Erregbarkeit waren auch andere sonst bey mittlerer zu schwachen Reiz gebende Verbindungen wirksam, z. B. *Fig.* 5., wenn *c* und *d* homogene Metalle, etwan Zink und Zink, waren. Eigen war es aber, daſs die Reizung mit blos thierischen Theilen oft noch glückte, wenn homogene, selbst einigemal wenig heterogene Metalle, wie Zinn und Bley nicht mehr hinlänglich seyn wollten, jedoch waren die Zuckungen auf jene Reizungen in diesen Fällen nur schwach. — Eine solche Erhöhung der Erregbarkeit hatte nicht ein einziges Mal statt bey denen der Reizung positiv ausgesetzten, aber wohl konnte er hergestellt werden, wenn der vorher positiv gereizte, noch nicht ganz unreizbar gewordene Nerv der negativen Reizung ausgesetzt wurde.

Merkwürdig ist es, daſs die durch positive Galvanische Reizung bewirkte *Unterdrückung oder Vernichtung der Nervenreizbarkeit* nur *örtlich* ist, genau so, wie von der Wirkung mancher deprimirender sogenannt chemischer Körper im §. 7. bemerkt wurde, und wie man es von dem Absterben der blos der Einwirkung der Luft ausgesetzten Nerven wahrnimmt. So wie nemlich in dem letzten Fall man den Nerven unterhalb der der Luft ausgesetzt gewesenen eben abgestorbenen Stelle, wenn man ihn weiter heraus präparirt, noch und oft noch sehr reizbar findet, und wie man in *Fig.* 8. nur das in der schädlich einwirkenden Flüſsigkeit gewesene Nervenstück *b c* todt ſindet, indeſs das unterhalb demselben bekonde Ketten wie z. B. Fig. 11 aus [illegible] verschwunden zu seyn. Während dieses Zustandes höherer Erregbarkeit waren auch solche sonst [illegible] mittlerer zu schwachen Reiz gebende Verbindungen wirksam, z. B. Fig. 4, wenn [illegible] Metalle, etwa Zink und Zink, waren. Eigen war es aber, dafs die Reizung mit blos thierischen Theilen oft noch glückte, wenn homogene selbst einige wenig heterogene Metalle, wie Zinn und [illegible] mehr hinlänglich seyn wollten; [illegible] waren jene Zuckungen auf jene Reizungen in diesem Fall [illegible] schwach. — Eine solche Erhöhung der Erregbarkeit hatte nicht ein einziges Mal statt, bey [illegible] der Reizung positiv angesetzten, aber wohl konnte es hergestellt werden, wenn der vorher positiv gereizte noch nicht ganz unreizbar gewordene Nerv der negativen Reizung ausgesetzt wurde.

Merkwürdig ist es, dafs die durch positive Galvanische Reizung bewirkte [illegible] oder Vernichtung der Nervenerregbarkeit nur örtlich ist, genau so, wie von der Wirkung mancher [illegible] der sogenannt chemischer Körper [illegible] bemerkt wurde, und wie man es von dem Absterben der der Einwirkung der Luft ausgesetzten Nerven wahrnimmt. So wie nemlich in dem letzten Fall man den Nerven unterhalb der der Luft ausgesetzt gewesenen eben abgestorbenen Stelle, wenn man ihn weiter heraus präparirt, noch und oft noch sehr reizbar findet; und wie man in Fig. 8 nur das in der [illegible] lich einwirkenden Thätigkeit gewesene [illegible] b c todt findet, indem das [illegible]

findliche Nervenstück *m b* noch lebt, eben so ist es auch der Fall bey Galvanisch überreizten Nerven. Wenn man in *Fig.* 1. eben oder seit einiger Zeit keine Contraction mehr erhält, *b* und *d* seyen die mit einander heftigst wirkenden Körper, und ihre Lage die günstigste, so geschieht es noch und ziemlich stark, wenn man den bisher im Oberschenkel befindlichen Theil des Nerven weiter heraus präparirt, so, daſs er unmittelbar in die Kette eintritt, die Reizung ist aber vergebens, sobald man ihn wieder bis an die vorige Stelle in Muskelfleisch einpackt, erscheint aber wieder, sobald man zwischen diesem Muskelfleisch und dem Ort, bis an welchen man den Nerven heraus präparirt hatte, ein auch noch so kleines Stück Nerv, was von allen Seiten mit Luft umgeben ist, als die einzige Zuleitung zwischen dem Fuſs und diesem umhüllenden Muskelfleisch frey läſst. (Man vergleiche hiermit die Erscheinungen beym Unterband und Umhüllung des unterhalb demselben gelegenen Nervenstücks mit Muskelfleisch, welche *Valli* in *Aufklärungen der Arzneywissenschaft u. s. w. von Hufeland und Göttling B. I. St.* 2. *S.* 181. und *von Humboldt a. a. O. S.* 207 — 210. beschreiben. Diese Erscheinungen reduciren sich nemlich, wie sich durch die mannigfaltigsten Versuche streng erweisen läſst, auf die Ableitung der in der Galvanischen Kette flieſsenden Qualitätsmodification durch das dieselbe lieber leitende Muskelfleisch. Die Strömung der Kette geht nur so lange am oder im Nerven fort, als sie keinen besseren Leiter, als ihn findet, tritt aber, sobald als sie zwischen Nerv und Muskelfleisch wählen kann, in dieses über, und nur erst dann wieder in jenen zurück, wenn sie aus Mangel einer bessern Leitung dazu gezwungen ist, nie aber, wenn dieser Zwang nicht statt findet. Und da diese Qualitätsmodification schlechterdings den erregbaren Nerven unmittelbar durchströmen muſs, um in ihm eine dergleichen zu bewirken, die aber, um nach der zu contrahirenden Muskelfaser fortgepflanzt zu werden, und daselbst die Contraction zu erregen, durchaus an keine andere Leitung als an den noch ungestört organisch mit der zu contrahirenden noch reizbaren Muskelfaser zusammenhängenden Nerven gebunden ist, und wenn sie einmal in ihm beginnt, durch kein Muskelfleisch, kurz durch nichts äuſseres, als durch Störung der dazu nöthigen Organisation des Nerven, in welchem Fall sie aber auch vielleicht gar nicht einmal beginnen mag, aufgehalten wird, die also, da sie ganz anderen Leitungen folgt, auch ganz anderer Art seyn muſs, als die sie veranlassende in der Kette, als solcher, strömende, so siehet man, wie ein wichtiges Argument diese Erscheinungen gegen die abſolute Identität des in der Galvanischen Kette als solcher, und des von der gereizten Stelle des noch reizbaren Nerven nach der Muskelfaser fortgepflanzten, geben, sey dieses Was in einem oder beiden Fällen auch, wie es wohl seyn möchte, überhaupt nur das Hervorbringen eines bestimmten Etwas, was sich also zu dem letzten verhält, wie das Bestimmen, das Handeln, zu dem Bestimmten, dem Gehandelten. Ich übergehe vor der Hand, zu zeigen, in welchem Widerspruch jenes Argument mit manchen Sätzen einiger neuerer Theorieen über Galvanismus, namentlich der von *Ackermann* und von *von Humboldt*,

Daß auch die Erhöhung d. Reizbarkeit d. Nerven durch Electricität öfters sey, siehe Beyträge. 1. 1. B. 2. – S. 26. u. S. 159.

boldt, steht, und mache blos auf das reine Factum aufmerksam.)

Wie aber die Unterdrückung oder Vernichtung der Nervenreizbarkeit durch positive Galvanische Reizung mehr *örtlich* ist, so scheint es auch der Fall bey der sogenannten *Erhöhung* derselben durch negative Reizung zu seyn. Folgende Beobachtungen sprechen dafür. Wenn man bey einem mit ſeinen Nerven der negativen Reizung bereits so lange, daſs bey der Trennung der Kette der Spannungszustand eintritt, ausgesetzt geweſenen Froschschenkel, während daſs er jetzt eben kurz nach der Trennung sich in heftiger Spannung befindet, den Nerven an seinem Eintritt in den Schenkel abschneidet, so fällt in diesem Augenblick der Schenkel in seine vorige Ruhe zurück. Eben das geschiehet, wenn der Nerv allein in der Kette war, wie in *Fig.* 74. Schneidet man in *m* so durch, daſs die Enden, durch die dazwiſchen tretende Scheere noch in mittelbarer Verbindung, die Kette also geschlossen erhalten wird, so bleibt *a* in Ruhe, erleidet aber den Augenblick die heftigsten Spannungen anhaltend, als zwischen das eine oder beide Nervenenden Luft tritt, die Kette also unterbrochen wird, diese hören aber sogleich wieder auf, als in *n* durchschnitten wird, die Scheere mag nun die beiden Enden dieses Durchschnittes verbinden oder nicht. Ferner geht der Schenkel in den Spannungszustand ohne wahre Trennung der Kette über, wenn in *Fig.* 3, während daſs die Kette geschlossen gehalten wird, das Nervenstück *ab* eines Theils oder ganz mit Muskelfleisch umhüllt wird, nicht aber, wenn dieſe Umhüllung an *bd* geſchieht. (Hier wird nemlich dadurch, daſs die Strömung der Kette eine vortheilhaftere Leitung erhält, das Nervenstück *bc* der Wirkung der Kette entzogen, und es ist für dasselbe eben das, als wenn die Kette geöffnet würde. Dieser Versuch könnte zugleich dem, der in §. 19. *Fig.* 64—73. an ein erst herein Kommen der Wirkung in die Kette mit dem leitenden Bogen dächte, zur völligen Wiederlegung dienen, da diese Wirkung hier eher Besänftigung, als Störung der Ruhe veranlassen, jenen Spannungszustand also gar nicht einmal entstehen lassen sollte.) Auch geſchah die erwähnte Reizung durch Ketten aus blos thierischen Theilen unter dieſen Umständen mehrentheils nur, wenn in *Fig.* 3. das in der erhöhenden Kette gewesene Nervenstück *ba* Glied der Kette war, obschon es auch einige wenige Fälle gab, wo auch Contraction erschien, wenn das Stück *bd* in *Fig.* 26. berührte, womit aber noch das gereizt gewesene Stück *ba* in Verbindung stand. Diese wenigen Fälle, denen viele negative der Art entgegensehen, könnten also nur dann über die sich weiter, als das in der Kette befindlich gewesene Nervenstück erstreckende Erhöhung der Nervenreizbarkeit entscheiden, wenn es erwiesen wäre, daſs sie nicht in anderen noch unbekannten Ursachen ihren Grund hätten. Und so würden denn auch die vorhin aus jenen Erscheinungen angegebenen Schluſsfolgen über Erhöhung und Herabstimmung der Nervenreizbarkeit, und die Dauer dieser, nur für die in der Kette unmittelbar geweſenen Nervenstücke gelten, so gewiſs es auch ist, daſs die übrigen Theile des an einer Stelle modificirten Nerven gleichfalls, und damit auch die mit ihnen organisch verbundenen

Nerven-Erregbarkeitsmodification auſſer oder unter der Kette.

Muskelfasern, Aenderungen erleiden, da ja zwischen diesen Theilen die genaueste Wechselbeziehung statt ſindet, und mit der Modification eines von ihnen, die der übrigen alle gegeben ist, die aber überall nach der örtlichen Lage zu den übrigen, und den innern Verhältnissen derselben, verschieden seyn muſs. Ich habe noch keine weitere Untersuchungen angestellt, aus denen sich etwas bestimmtes ergäbe, aber zufällige Bemerkungen weisen allerdings schon darauf hin, daſs auch die nicht in der Kette beſindlich gewesenen mit den ihrer Wirkung unmittelbar ausgesetzten organisch verbundenen Theile, Veränderungen erlitten haben, die verschieden wären nach der Verschiedenheit der Modification jener.

Was aber auch aus allen diesen Erscheinungen folgen möge, so ist doch das, was sich zunächst daraus ergiebt, und weswegen ich sie hier vorzüglich erzählte, *Fortdauer der Wirkung in einmal geschlossenen wirksamen Galvanischen Ketten.* Mit jedem Eintritt anderer sinnlicher Verhältnisse, als etwas Bewirktem ist uns der Begriff der Wirkung gegeben, und wir fragen, was sie begründet hat. Iene Veränderung der Qualität der Nervenfaser konnte nicht ohne Ursache seyn, und wir ſinden, daſs sie in dem genauesten Zusammenhang stehe mit der Beschaffenheit der Kette. Aber jene bestimmte Qualitätsänderung geschah nicht auf einmal, sondern nach und nach, und sie wurde unterbrochen, wie die Bedingungen mit denen sie eintrat, aufgehoben wurden. In diesen war also das Bewirken derselben gegründet, und mit der Fortdauer dieses zugleich die

Fortdauer der bewirkenden Ursach gegeben. — In jeder unthätigen Kette, die hier so gut wie keine ist, fehlen diese Erscheinungen. —

So wie in den erzählten Beobachtungen der Fall vorkam, daſs vorhandene Contractionen (im Spannungszustand der Muskeln bey erhöhter Erregbarkeit ihrer Nerven) durch Schlieſsung wirksamer Ketten dauernd unterbrochen wurden, so findet man denn auch im Zustand natürlich hoher Erregbarkeit beym Schlieſsen sehr thätiger Ketten bisweilen, daſs nach der sehr starken Schlieſsungszuckung, so lange als die Kette geschlossen bleibt, ein Zittern in den Muskeln der gereizten Nerven fortdauert, was manchmal in durch bald schwächere bald stärkere Contractionen unterbrochenes Gespanntbleiben dieser Theile übergeht. Ich fand dieses Phänomen wirklich nicht so selten, als ich und andere gewöhnlich geglaubt hatten, seitdem ich, nachdem mir die genauere Betrachtung des Zusammenhanges äuſserer (örtlicher) Verhältnisse überhaupt mit den innern (dynamischen), diese Erscheinungen als möglich, und in gewissen Fällen wohl auch als nothwendig wirklich gezeigt hatte, absichtlich kurz nach dem Tode des Thieres seine Organe starken Reizungen unterwarf. Die allgemeine Bemerkung über das Wenn der Erscheinung der Contractionen in §. 14. leidet daher hierdurch einige Einschränkung, und der Zusatz „*gewöhnlich*“ war nothwendig. — Auch sahe ich Fälle, wo schon vorhandene schwache Contractionen, die man oft bey kürzlich präparirten Fröschen wahrnimmt, durch Schlieſsung einer wirksa-

men Kette, so lange diese bestand, unterbrochen wurden, und bey der Trennung von neuem begannen. — Alles dieses weiset abermals auf die nach der Schlieſsung ſortdauernde Wirkung in der Galvanischen Kette hin.

§. 21.

Beweis für die Fortdauer der Wirkung in Galvanischen Ketten aus bloſs thierischen Theilen. Allgemeiner Satz über die ſortdauernde Wirkung in jeder wirksamen Kette.

Durch die Erfahrungen der §§. 15—20. wurde die Fortdauer der Wirkung in geschlossenen beträchlich thätigen Ketten auf das vollkommenste bewiesen, allein, obschon in allen diesen Ketten auch thierische Theile vorhanden waren, denn diese waren das unentbehrliche Reagens dafür, so waren denn doch in den angeführten immer Glieder mit enthalten, die beträchtlich von der der thierischen verschiedener Qualität waren, wie etwan Metalle, Kohle, Reiſsbley, Laugensalze, Säuren, u. s. w. Man könnte daher wohl auf die Meinung gerathen, ob nicht diesen, und ihrer wechselseitigen Verbindung unter einander, jene Fortdauer zuzuschreiben sey, und ob sie nicht in Ketten aus bloſs thierischen Theilen mangele. Da uns nun auf den Beweis, daſs sie auch hier statt ſinde, besonders viel ankommt, so wenden wir unsere Aufmerksamkeit darauf, um zu erfahren, wie die Natur darüber entscheide.

Daſs wechſelseitige Berührung zweyer verschiedener feuchter thierischer Theile einen Bestimmungsgrund zu Action in der Galvanischen Kette abgebe, davon wurden wir in §. 10. dadurch belehrt, daſs Ketten aus bloſs thierischen Theilen, dergleichen *Fig.* 25 — 28. sind, bey ihrer Schlieſsung (und Trennung) bey dem dazu gehörigen Grad der Erregbarkeit in den in ihnen befindlichen reizbaren Organen Contraction bewirkten. Man sieht sogar, wie die Wirkung in diesen Ketten nach eben denselben Gesetzen bestimmt wird, die wir oben in den §§. 9 und 10. für Galvanische Ketten überhaupt entwickelten. Wenn in *Fig.* 26 und 27. die heftigste Wirkung erfolgt, selbst, wenn auch *c* nicht die Muſkeln seines, 15 sondern des mit seinen noch organisch oder durch Zuleiter verbundenen, des andern Schenkels berührt, so fehlt sie den Augenblick, wenn man in *Fig.* 37. die Nerven der beiden Schenkel, die man sich als organisch verbunden vorstelle, unter einander, in gleichen Entfernungen vom Eintritt in die Muskeln in *a*, oder in *Fig.* 52. durch zwey homogene Stücke Muskelfleisch, Froschleber u. s. w. *a*, *a* und Schlieſsung in γ verbindet; sie erscheint wieder, wenn der eine Nerv nicht mehr, unmittelbar oder wie in der letzten Figur durch homogene Körper mittelbar, die andern, sondern ein Stück Muskelfleisch, was mit dem Schenkel des einen oder des andern in Verbindung steht, berührt. Was ist aber hier weiter, als Uebergang nach dem zweyten Gesetz §. 11. wirksamer Ketten in unwirksame, und dieser zurück in jene? — Was aber an dieselben Bedingungen gebunden, denselben Gesetzen unterworfen, von dem hat

man auch gleiche Qualität zu erwarten, und so sollte man schon deſshalb Fortdauer der Wirkung in diesen Ketten für nothwendig halten. Aber weiter. Daſs die durch Berührung heterogener thierischer Theile gegebenen Bestimmungsgründe für Action auch das ihrige dazu beytragen, wenn von diesen ganz verschiedene Glieder, wie Metalle u. s. w., in der Kette gegenwärtig sind, das lehren die mannichfaltigsten Versuche. Wenn *b* und *c* in *Fig.* 23. so wie *b* und *d* in *Fig.* 1. homogene Körper sind, so wird bey höherer Erregbarkeit in der letzten Figur Wirkung sichtbar seyn, da sie hingegen in ersterer fehlt. *Fig.* 9. wird bey dieser höheren Vitalität eben so wie *Fig.* 13. 14. und 15. negativ seyn, positiv aber, sobald das eine *e* in *Fig.* 9. und 15. oder das eine *f* in *Fig.* 13. und 14. an *a* oder *b* selbst liegt, der dadurch leer gewordene Nerv also ganz aus der Kette kommt, und die Formeln *Fig.* 34 und 35., die negativ sind, wenn *f* und *e* daselbst homogen, werden positiv, wenn eines von beiden im ersten Fall unmittelbar die Muskeln des einen Schenkels, oder im andern den Nerven derselben armirt. Man vergleiche damit den §. 11. Was correspondirt aber in diesen Versuchen dem Uebergang der Unwirksamkeit in Wirksamkeit der Ketten, als Herein- und Heraustreten durch Berührung heterogener thierischer Theile gegebener Bestimmungsgründe für Actionen, Uebergang der gleichen Theilbarkeit der Ketten in Untheilbarkeit? — Aber auch bereits vorhandene Wirksamkeit in Galvanischen Ketten, in denen die Wirkung vorzüglich durch von thierischen Theilen beträchtlich verschiedene Körper und ihre wechselseitige Berührung angestimmt wurde, wird durch Ein- und Austreten durch Berührung thierischer Theile entstandener Heterogeneitäten modificirt. Es ist z. B. allen Experimentatoren bekannt, daſs bey übrigens gleichen Umständen die Zuckungen stärker sind und später zu erhalten, wenn bey positiver Reizung (s. §. 20.) *f* (von der allgemeinen Bedeutung in *Fig.* II. §. 12.) die Muskeln, oder auch nur ein mit der denselben zunächst liegenden Stelle ihres Nerven in Berührung stehendes Stück Muskelfleisch, indeſs *e* den oberen Nerventheil armirt, als wenn beide den Nerven unmittelbar bewaffnen, und bey negativer Reizung sind die Contractionen schwächer und eher verschwindend, wenn *e* an der erstbeschriebenen, *f* an der letzten Stelle liegt, als wenn beide unmittelbar den Nerven berühren. Man kann dieses bey noch starker Erregbarkeit und Anwendung wenig differenter Excitatoren, wie Bley *e* und Zinn *f*, oder bey niederer und stärker wirkenden Körpern, wie Zink und Wismuth oder Silber, wenn man nur andere, Modification zu bewirken fähige oft geringfügig ſcheinende Umstände vermeidet, ſehr deutlich bemerken. Hier wird also eine schon vorhandene Wirkung vermehrt, und — um etwas ihr ganz homogenes. In den vorigen §§. sahen wir, daſs sich die Stärke der Zuckungen verhielt, wie die Wirksamkeit der Ketten, oder vielmehr, wir schätzten diese nach jener; aber die Folge lehrte uns daſs diese Schätzung (bey gleichen Graden der Erregbarkeit) richtig sey, denn auch bey andern Reagentien verhielt sich der durch sie angegebene Grad von Wirkung wie die Stärke der Zuckungen. Diese vertige Berührung angewandt worden wird, durch Ein- und Austreten durch Berührung thieriſcher Theile entſtandener Heterogeneitäten modificirt. Es iſt z. B. allen Experimentatoren bekannt; daſs bey übrigens gleichen Umſtänden die Zuckungen ſtärker ſind und ſpäter zu erhalten, wenn bey poſitiver Reizung (ſ. §. 20.) *f* (von der allgemeinen Bedeutung im Text II. §. 12.) die Muskeln, oder auch einen von denſelben zunächſt liegenden Stelle ihres Nerven im Berührung ſteht, des Stücks Fleiſchtheils, als den oberen Nerventheil armirt, als wenn es den Nerven unmittelbar berühret; und bey negativer Reizung ſind die Contractionen ſchwächer oder eher verſchwindend, wenn z. B. der erſtbeſchriebene *f* an der letzten Stelle liegt, als wenn beide unmittelbar den Nerven berühren. Man kann dieſes bey noch ſtarker Erregbarkeit und Anwendung wenig differenter Excitatoren, z. B. Bley und Zinn, *f* an der bey niederer noch ſtärker wirkenden Körpern, wie Zink und Wismuth oder Silber, wenn man nur andere, Modification zu bewirken fähige, oft geringfügig ſcheinende Umſtände vermeidet, ſehr deutlich bemerken. Hier wird alſo eine ſchon vorhandene *Wirkung* vermehrt, und — um etwas ihr ganz homogenes. In den vorigen §§. ſahen wir, daſs ſich die Stärke der Zuckungen verhielt je die Wirkſamkeit der Ketten, oder vielmehr, wir ...teten dieſe nach jener; aber die Folge lehrte uns, ...s dieſe Schätzung (bey gleichen Graden der Erregbarkeit) richtig ſey, denn auch bey andern Reagentien verhielt ſich der durch ſie angegebene Grad von Thätigkeit der Stärke der Zuckung ...

hielten ſich, wie die Heftigkeit, mit der auf die Empfindung gewirkt wurde, und wie eines zunahm, nahm das andere auch zu. Und dieſes vermehrende, entſprungen aus der Zuſammenwirkung blos thieriſcher Theile, ganz homogen dem Vermehrten, entſprungen aus der Zuſammenwirkung nicht thieriſcher Theile, ſollte den Grad der fortdauernden Wirkung der Kette vermehren können, ohne nicht an ſich fortdauernd wirken zu können? — Doch wir verweilen nicht länger bey Wahrſcheinlichkeiten; wir können Gewiſsheit erlangen, und hier iſt ſie. Den Schlüſſel dazu enthält der §. 19. Bey drey äuſserſt lebhaften die Verſuche *Fig.* 25.—28. vortrefflich gebenden ſchnell präparirten Fröſchen, unter mehreren, die ich darauf verſuchte, machte ich folgende Beobachtungen. Nachdem in genannten Formeln die Kette geſchloſſen, berührte ich *a Fig.* 26. und 27. oder *b* in 28. mit den beiden Enden eines *n* in *Fig.* 66. gleichenden kleinen Bogen von Muſkelfleiſch, und die Schenkel wurden contrahirt. Ich öffnete die Kette, und die Contractionen blieben, ſo gut wie in *Fig.* 63., aus. Ich ſchloſs wieder, und ſie traten von neuem ein. Sie blieben aus in *Fig.* 37. und 52. nach der in dieſem §. gegebenen Bedeutung. Sie kamen wieder und ſtärker, und hielten länger an, wenn *a* in *Fig.* 25. ein Metallſtab, namentlich Zink, war. Auch waren unter der Bedingung des Geſchloſſenſeyns der Kette Verbindungen wirkſam, deren Wirkſamkeit wegfiel, wenn jene fehlte. So gelang der Verſuch *Fig.* 22. in *von Humboldt a. a. O.* Tab. III. *u. S.* 65. da er es bey ungeſchloſſener Kette nicht wollte, (was aber bey gehörig hoher Erregbarkeit recht gut gelingt,) wenn die dem Nerven unterliegende Zinkplatte durch eine ihr ganz ähnliche, oder sie selbst mit dem Muskel in Verbindung stand, *b* mochte ein Stück Nerv, oder Muskelfleisch, ja es konnte ſelbst wiederum ein Stück Zink seyn. — Und ſo sieht man, wie auch hier der Effect in Zusammenhang stand mit der Wirkung der Grundkette. War dieſe nach dem Gesetz des §. 9. unwirksam, so mangelte auch jene, und jene hatte nur statt, wenn diese da war. Wir können daher daraus dasselbe Resultat, und zwar hier besonders für Ketten aus blos thierischen Theilen, ziehen, was ähnliche Versuche in §. 19. gaben, daſs nemlich der veränderte Zustand, in dem sich die Glieder der Kette während dem Geschlossenseyn derselben befinden, auf nichts anderes zurückführen, oder daſs dadurch vielmehr bewiesen sey *die Fortdauer des wechselseitigen Einwirkens der Glieder in einmal wirksamen Galvanischen Ketten aus bloſs thierischen Theilen nach der Schlieſsung derselben.* — Wenn wir aber damit vereinigen die Resultate der Untersuchungen in den §§. 15 — 20., so steht uns nichts mehr im Wege, als von allen Seiten begründet, folgenden wichtigen Satz aufzustellen:

In jeder wirksamen Galvanischen Kette dauert die mit der Schlieſsung bestimmte Einwirkung der Glieder derselben auf einander, das wechselseitige sich Modificiren derselben, so lange fort, als die Bedingungen, mit deren Eintritt sie begann, d. i. so lange geschlossen bleibt, und hört auf, wenn jene

Bedin-

wenn die dem Nerven unterliegende [illegible] eine ihr ganz ähnliche, oder sie selbst mit dem Muskel in Verbindung stand, so mochte ein Stück Nerv, oder Muskelfleisch, ja es konnte selbst wiederum ein Stück Zink seyn. — Und so sieht man, wie auch hier der Effect in Zusammenhang stand mit der Wirkung der Gliederkette. [illegible] wirksam, so mangelte [illegible] statt, wenn diese [illegible] selbst [illegible] und [illegible] besonders [illegible] blos thierischen Theilen [illegible] zu haben [illegible] schlossen seyn [illegible] zurückführen, oder sie dadurch [illegible] sey die Fortdauer der wechselseitigen Einwirkung der Glieder in einer geschlossenen Galvanischen Kette [illegible] derselben. — Wenn wir aber [illegible] Resultate der Untersuchungen in den [illegible] stehe uns nichts mehr im Wege, als [illegible] von allen Seiten begründet [illegible] den wichtigen Satz aufstellen:

In jeder wirksamen Galvanischen Kette dauert die mit der Schliessung [illegible] Einwirkung der Glieder derselben auf einander, das wechselseitige sich [illegible] bis, so lange fort, als die Bedingungen, deren Eintritt sie begann, d. i. so lange die Kette geschlossen bleibt, und [illegible]

Vermögen, Reiz zu vertragen (potestas stimulum perferendi). (Röschlaub in Pathogenie I 241. u. vorher. u. Weikard's Magazin. B. I. St. II. Abhdl. üb. d. wahre u. falsche Schwäche der Ältern u. Brown's directe u. indirecte Schwäche §. 5.) Eigentlich wird hier gar kein Reiz ertragen, denn die nöthige Differenz u. mit ihr die Tendenz zur Einung d. i. d. Reiz fehlet gänzlich.

Bedingungen wegfallen, d. i. mit der Trennung der Kette.

§. 22.

Beweis, daſs bey jeden, auch den höchsten Graden von Erregbarkeit ein mit diesen im umgekehrten Verhältniſs sich änderndes endliches Quantum von Action in der Galvanischen Kette zu der Erregung der mit ihr in Verbindung stehenden Organe nöthig ist, und daſs es kleine Actionsgrade giebt, die ohne Begleitung von Muskelbewegung dennoch und dauernd in der Kette vorhanden seyn können.

Aber es ist noch eine Frage zu beantworten, die man an uns thun kann, nemlich: ob, wenn in der reizbaren Muskelfaser eine durch Wechselwirkung der Glieder in der Galvanischen Kette bewirkte Veränderung vorgeht, diese sich schlechterdings auch bey der kleinsten Gröſse durch eine ihr angemessene schnellerfolgende und darum leicht zu bemerkende Veränderung der Lage der Theile derselben zu einander, d. i. durch sichtbare Bewegung zu erkennen gebe, oder nicht? — ob also, wenn diese fehlt, auch auf den gänzlichen Mangel der Wirksamkeit der Kette zu schlieſsen sey, oder nicht? — So gewiſs sich auch nun die meisten unserer Leser schon im voraus aus andern Gründen für das letzte erklären werden, so nöthig und wichtig ist es demohngeachtet,

achtet, hier besonders zu zeigen: *daſs nicht jeder Grad von Action in der Galvanischen Kette, Muskelbewegung erregen könne; daſs es bey jeder Temperatur der Erregbarkeit einen bestimmten Grad von Action $= x$ giebt, unter welchem jede Action $< x$, unter übrigens sich mit den vorigen völlig gleich bleibenden Umständen, unwirksam ist; daſs mit jedem verschiedenen Grad der Erregbarkeit auch dieses x verschieden sey, bey oder über welchem erst sich Muskelbewegung äuſsern kann, und daſs dieses x im umgekehrten Verhältniſs mit der Erregbarkeit des Organs stehe, d. i. um desto kleiner sey, je höher, und desto gröſser, je niedriger diese ist.*

Wenn die Reizbarkeit eines Froschschenkels und seines Nerven in *Fig.* I. bereits soweit gesunken ist, daſs man keine Contraction mehr erhält, wenn *h* und *d* homogene Metallstücken, z. B. beide Zink waren, so werden sie wieder und stark erscheinen, wenn bey Zink *d*, *b* Bley ist; wenn sie auch hier aufhören, wird man sie noch, unter gleich bleibendem *d*, haben, wenn *b* Zinn, und wenn auch hier nicht mehr, wenn *b* Eisen, dann Kupfer, dann
/r Wismuth, dann Quecksilbe, dann Silber, dann Gold, dann Kohle, dann eines der leitenden Erze, dann Reiſsbley ist, und wenn nun endlich selbst die Verbindung von Zink und Reiſsbley eben aufgehört hat, Contraction zu erregen, so geschieht es noch wenn *b* chrystallisirter Braunsteinkalk ist. Das sind bekannte Erfahrungen. (Vergl. *Pfaff a. a. O. S. 60.*) Dasselbe bemerkt man in *Fig.* II., wenn bey gleich bleibendem Zink *e*, *f* jene Reihe durchläuft. Man

sieht

sieht ferner, daſs sich unter übrigens gleichen Umständen, wie gleichen Berührungsflächen der Armaturen mit den Muskeln u. s. w., bey einerley Grad der Erregbarkeit, die Stärke der Zuckungen verhält, wie der Abstand der angewandten Armaturen in obiger Reihe von einander, wie sie wächst, wenn dieser zu-, und fällt, wenn er abnimmt; die Dauer der Wirksamkeit einer Galvanischen Kette auf Muskelbewegung verhält sich demnach, wie die Stärke der Contraction bey demselben Grad der Erregbarkeit. Nun steht aber bey gleicher Erregbarkeit die Stärke der Zuckung in geradem Verhältniſs mit der Gröſse der Action in der Kette, folglich verhält sich die Dauer der Wirksamkeit einer Galvanischen Kette auf Muskelbewegung wie die Gröſe ihrer Action. Aber leidet denn die Gröſse dieser Action Veränderung mit der Veränderung des Zustandes der Erregbarkeit des Organs? Geht sie vielleicht mit dieser in Nichts über? — Keinesweges. Man erinnere sich an die in §. 19. erzählten Versuche. Es wurde auf mannichfaltige Art gezeigt, wie dort die Wirkung nicht erst mit dem leitenden Bogen, wäre dieser auch selbst, wie *c* in *Fig.* 73. ein mit noch erregbaren Muskeln ungestört organisch verbundener Nerv, in die Kette hineinträte, sondern wie schlechthin eine schon vorhandene nur Modificationen erleiden könne. Es wurde gesagt, und ich habe, seitdem ich jenes niederschrieb, es auf das auffallendste bestätigt gefunden, daſs, *n* in *Fig.* 66. sey gleich *c* in *Fig.* 73., der dazu gehörige Schenkel, bey übrigens gleicher Construction der Kette, durchaus mit derselben Stärke contrahirt wurde, *a* und *b* in *Fig.* 66. mochten noch sehr erregbar, oder wenig, oder schon gänzlich todt seyn. Nun verhält sich aber bey derselben Erregbarkeit von *a* und *b* in *Fig.* 66. oder *a* in *Fig.* 73. die Contraction, welche *d* in der letzten, oder der zu *n* gehörige Schenkel in der ersten *Fig.* erleidet, ganz wie die Gröſse der Action in der Kette, und bey gleicher Action ist sie dieselbe und umgekehrt, die Action der Kette wurde also im vorigen Fall beym Schwinden der Erregbarkeit nicht merklich geändert, sie blieb dieselbe, ja sie blieb sogar dieselbe beym gänglichen Fehlen der Erregbarkeit der Organe der Grundkette; und so sieht man — ein wichtiges Factum — wie die Action der Kette nicht abhänge von dem Grad der Erregbarkeit der in ihr befindlichen Organe, wie jene wirklich statt finden könne, ohne daſs diese da ist. Aber doch trägt das Organ als Glied in der Kette, so wie jedes andere derselben, unmittelbar zu dieser Action bey; es ändert durch Wechselwirkung die inneren Verhältnisse der übrigen Glieder ab, und diese wirken auf jenes zurück, es wird ebenfalls modificirt. Hier wäre also wirklich Veränderung in dem Organ, und doch äuſsert sie sich durch keine sichtbare Bewegung. Wir hätten wirklich einen Fall, wo eine vorhandene Action dennoch keine Muskelbewegung bewirkt. Aber, kann man sagen, es lag an der Erregbarkeit, diese fehlte, und so konnte keine Muskelbewegung erfolgen; vielleicht daſs sie erfolgt wäre, wenn jene noch einigermaſsen da gewesen. Allein, wir betrachten wieder das zu Anfange dieses §. erzählte Phänomen. Wenn Zinn und Bley in *Fig.* 1. oder 11. wegen so weit gesunkener Erregbarkeit keine, Zink

und

[illegible] Contraction bey der Schließung bewirkten, so findet man durch das angegebene Reagens [illegible] in der ersten, als in der letzten Verbindung [illegible] eine schwächere, bey [illegible] Contraction, und eine stärkere bey deren [illegible] Contraction erschien. [illegible] der Grundkette nicht mehr er[illegible], so würde es noch bey Zink und Silber, oder [illegible] bey Zink und Reißbley u. s. w. [illegible] aber würde, so gut wie bey der [illegible] unser Reagens [illegible] in Fig. 1. oder in Fig. 2. c oder d an [illegible] Nerven angehörigen reiz[illegible] die [illegible] Contraction, [illegible] zu schwa[illegible] Subjects aufmerksamen Ketten [illegible] die Erregbarkeit der Organe der Grundkette [illegible], desto ein größeres Quantum [illegible] Fälle, wo bey [illegible] Grade von [illegible] Contraction [illegible] Grad der [illegible] Bewegungsher[illegible] so läßt sich, da wir wissen, daß unter den angegebenen Umständen noch unser Reagens die Wirkung nicht erst in die [illegible] sondern nur eine in der Ke[illegible] [illegible] durch das [illegible] [illegible] und Kupfer aber noch Contraction bey der Schlieſsung bewirkten, so findet man durch das angegebene Reagens *sowohl in der ersten*, als in der letzten Verbindung Action; man findet eine schwächere, bey deren Eintritt keine Contraction, und eine stärkere, bey deren Eintritt wirklich Contraction erschien. Wäre nun das Organ der Grundkette nicht mehr erregbar, so würde es das noch bey Zink und Silber, oder wenn hier nicht mehr, bey Zink und Reiſsbley u. s. w. seyn. Immer aber würde, so gut wie bey der unmittelbar sichtlich wirkenden Kette, unser Reagens, der, einem, *c* in *Fig.* I. oder in *Fig.* II. *c* oder *d* an zwey Punkten berührenden Nerven zugehörigen reizbaren Schenkel, durch die erlittene Contraction, Action in den auf Muskelbewegung wegen zu schwacher Reizbarkeit ihres Subjects unwirksamen Ketten anzeigen, und je tiefer die Erregbarkeit der Organe der Grundkette sinkt, desto ein gröſseres Quantum von auf Muskelbewegung unwirksamer Action wird sich zeigen. Hier sind also Fälle, *wo bey noch vorhandener Erregbarkeit beträchtliche Grade von gegenwärtiger Action unvermögend sind, Contraction zu erregen, aber doch befolgt diese Action dieselben Gesetze, als wenn sie durch den höheren Grad der Reizbarkeit ihres Objects sichtbare Bewegung hervorzubringen vermögend ist.* Und so läſst sich, da wir wissen, daſs unter den angegebenen Umständen durch unser Reagens die Wirkung nicht erst in die Kette kommen könne, sondern nur eine in der Kette schon vorhandene durch dasselbe entdeckt werde, bey jedem Grad von Erregbarkeit ein Quantum von wirklich vorhandener Action in der Kette auffinden, bey

deren

deren Schlieſsung die Organe in Ruhe bleiben, wenn nur das beschriebene Reagens den gehörigen Grad von Erregbarkeit, der den des Organs der Grundkette aber immer übertreffen muſs, besitzt. Dieses Quantum findet sich um so kleiner, je gröſser die Erregbarkeit des Organs, und um so gröſser, je geringer diese. Man findet eine eben jetzt unwirksam gewordene Action dennoch als vorhanden, und die, die nun nöthig ist um Muskelbewegung zu bewirken, gröſser, als die vorige und so fort. Und da wir bey diesen endlichen Graden von Erregbarkeit immer endliche Gröſsen von auf Muskelbewegung unvermögender Actionen antreffen, sehen das Bestimmen der Gröſse der letzten durch die ersteren im umgekehrten Verhältniſs, so wird nur, wenn erstere unendlich groſs wären, diese unendlich klein, d. i. gleich Null seyn. Aber ein unendlich hoher Grad von Erregbarkeit ist unmöglich, schon dadurch unmöglich, weil, wenn es dergleichen wirklich gäbe und gegeben hätte, der Uebergang zum endlichen, wie wir ihn finden, nur in einer unendlichen Zeit, in einer Ewigkeit, d. i. nie, geschehen könnte, und somit ist auch das letztere, das unendlich klein Werden von x, das Verschwinden desselben unmöglich, und umgekehrt. Also *auch in Ketten aus bloſs thierischen Theilen, bey denen wir selbst bey sehr hoher Erregbarkeit bey ihrer Schlieſsung keine Contraction mehr eintreten sehen, auch in diesen muſs, sobald nur diese Ketten das Merkmal der Untheilbarkeit in gleiche Hälften haben, demohngeachtet Action statt haben,* n *nur ist sie kleiner, als das mit diesem Grad der Erregbarkeit* b *gegebene x.* — Aber die Gegenwart dieses $< x$ läſst

sich,

[illegible]

Erregbarkeitsäußerungen [illegible]

[illegible] wenn es [illegible]

heit, der Uebergang [illegible]

den, nur in einem unendlichen [illegible]

d. i. nie, geschehen könnte, [illegible]

letztere, das unendlich kleine, [illegible]

schwinden desselben [illegible]

Also *auch in Ketten* [illegible]

denen wir selbst [illegible]

ces Schließung keine Contraction [illegible]

hen, auch in diesen [illegible] *sobald* [illegible]

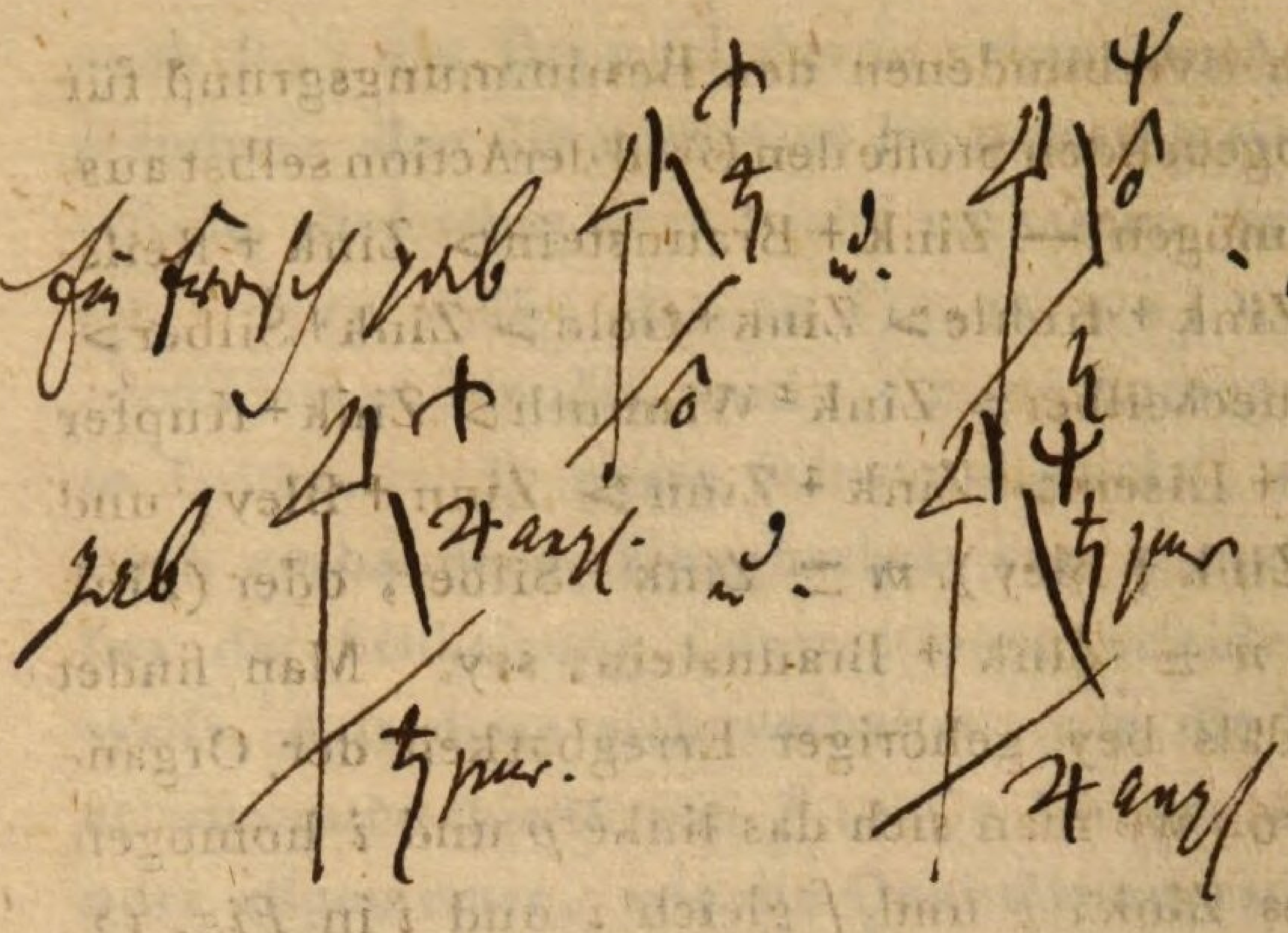
Merkmal der Unbestimmtheit [illegible]

ben, demohngeachtet Action [illegible]

kleiner, als das [illegible]

gegebne x. — Aber die [illegible]

sich, wie es auch wohl seyn muſste, wirklich sinnlich darlegen, wenn man es in Ketten mit einer schon vorhandenen, sehr nahe an das x der Erregbarkeit der in dieser Kette befindlichen Organe grenzenden Action verbindet, und das Eintreten von Contraction versichert jetzt, daſs die sie erregende Action $> x$, und damit etwas zu dem $< x$ dieser Kette hinzugekommen sey $= > x - < x$, wodurch die Summe $< x + > x - < x = > x$ zu Stande gebracht worden. Dieses $> x - < x$ ist aber in nichts Anderem ~~anders~~ zu suchen, als in den hinzukommenden, für sich allein Muskelbewegung zu bewirken unzulänglichen Bestimmungsgründen, entſtanden aus Verbindung heterogener bloſs thierischer Theile. Man begreift aber in der That nicht, und es kann daher nie in der Erfahrung vorkommen (denn dazu müſste es doch begriffen werden), wie dieses $> x - < x$ erst hier in dieser mit Muskelbewegung begleiteten wirksamen Kette zu Action d. i. überhaupt Etwas geworden sey, wenn es nicht schon an sich etwas war, da es im Gegentheil zu dem, was es jetzt war, durch etwas ihm ganz Homogenes hätte werden müssen, von welchem letzteren man aber auch nun eben so gut sagen müſste, daſs es das, was es sey, erst durch das erste geworden wäre. Wie aber durch bloſse Addition von Nichts und Nichts, Etwas, wie $0 + 0 = 1$ werden könne, das ist schlechthin unbegreiflich und darum unmöglich. — Wie das nun aber mit dem Werden eines Etwas aus Nichts, eben so möchte es auch mit dem Uebergang eines Etwas zurück in Nichts, oder wie, wenn n eine endliche Zahl bedeutet, $\frac{1}{n} = 0$ ~~(die Ziffer)~~ werden könne, der Fall seyn. Ein merkwürdiger Versuch mag ein Beyspiel davon geben, zu dessen Verständniſs aber die vorherige Festsetzung einiger Umstände, die bisher noch nicht vorkamen, erforderlich ist. Man weiſs, daſs in *Fig.* 12. wo *f* und *e* zwey verschiedene Metalle, und *i*, *i* zwey homogene feuchte Leiter, z. B. nasse Schwammstücke, sind, bey noch vorhandener Erregbarkeit von *a* und *b*, diese bey der Schlieſsung Contractionen erleiden. Man weiſs, daſs diese sich verhalten, wie die Verwandtschaftsunterschiede von *f* und *e* für den Sauerstoff, oder allgemeiner, wie die Qualitätsunterschiede beider; daſs die dadurch gegebenen Bestimmungsgründe für Actionen diesen gleichen, denn die Qualitätsunterschiede sind eben die Bestimmungsgründe selbst; und so verhalten sich auch die dadurch bestimmten Actionen wie die Bestimmungsgründe dafür, denn diese sind es nur in ſofern, und in solchen Graden, als jene und so groſs sie sind. Daſs die in der Berührung von *f* und *i*, und *e* und *i* gegebenen Bestimmungsgründe ihrem Grade nach in Wechselverhältniſs stehen mit dem in *g*, ist bekannt, und es ist so wenig wie in §. 13. nöthig, auf diese anderen Bestimmungsgründe Rücksicht zu nehmen, da *g* das, was er ist, nur dadurch ist, daſs die andern sind, das was sie sind und umgekehrt, *g* also der Repräsentant aller zugleich so gut, wie jeder andere, seyn kann und ist, wodurch die Wahl des einen unter ihnen ganz willkührlich wird, sobald nur bey vergleichenden Versuchen der ähnlich liegende Bestimmungsgrund gewählt wird; *g* sey daher der Bestimmungsgrund, dessen wir uns, um die Gröſse der Action in der Kette auszudrücken, bedienen. Wie dieser wächst, nimmt die Action zu, wie er fällt, ab. Wir wissen, daſs — (bey welcher Angabe


Für Frosch präp.
präp.
♃
♄
ô
u.
♃ amalg.
♄ pur.
♃
ô
♄
♃
♄ pur.
♃ amalg.

derselbe. S. Diarium
III. S. 595.
Vergl. S. 587.

die durch + verbundenen den Bestimmungsgrund für Action abgebenden Stoffe den Grad der Action selbst ausdrücken mögen) — Zink + Braunstein > Zink + Reiſsbley > Zink + Kohle > Zink + Gold > Zink + Silber > Zink + Quecksilber > Zink + Wismuth > Zink + Kupfer > Zink + Eisen > Zink + Zinn > Zink + Bley, und daher (Zink ‡ Bley). *m* = Zink + Silber, oder (Zink + Bley). *n* = Zink + Braunstein, sey. Man findet ferner, daſs bey gehöriger Erregbarkeit der Organe in *Fig.* 76., wo man sich das linke *p* und *i* homogen, als beides Zink, *g* und *f* gleich *i* und *i* in *Fig.* 12., und *i* als aus zwey Theilen, wie z. B. *e* in *Fig.* 13., bestehend, vorstelle, Contraction da sey, wenn, nachdem *p* rechter Hand, was Bley, Zinn, Eisen u. s. w. bedeute, und *i*, was schon durch *f* damit in Verbindung steht, in unmittelbare Berührung gebracht sind, die Kette im angegebenen Theilungspunkt von *i* geschlossen wird; die dadurch entstandene Action ist aber etwas schwächer, als in dem Fall, daſs *i* nicht zugleich mit *f* in unmittelbarer Verbindung steht, welches bewiesen wird durch die Contraction, welche, bey derselben Art der Schlieſsung einer der beiden in der Kette befindlichen Schenkel, und zwar d rechten ~~a linker~~ Hand, erleidet, wenn das linke *p* bey bleibendem Zink *i* mit *p* rechter Hand gleich, also, wenn dieses z. B. Silber war, ebenfalls Silber bedeutend genommen wird, die aber auſsen bleibt, sobald das *f* gleiche *g* linker Hand das *p* dieser Seite gleichfalls mit *i* verbindet, auf beiden Seiten also Gleichheit eintritt. Weiter findet man, daſs bey sich gleichen *p*, *p*, und gleicher Verbindungsart beider mit *i* durch *f* und *g*, keiner der Schenkel, auch bey der höchsten Erregbarkeit, contrahirt wird, wenn man zwischen *p* und *i* rechter Hand, wie man will, entweder sämmtliche vom Zink an bis zum Silber und weiter in obiger Reihe folgende Metalle, als Bley *k*, Zinn *l*, Eisen *m*, Kupfer *n*, Wismuth *o*, oder auch nur einige derselben, auf die Art bringt, wie es in *Fig*. 75. geschehen ist, indeſs in *Fig*. 76. linker Hand der Raum zwischen dem mit *i* durch Verlängerung von *g* sich verbunden vorzustellenden *p* und *i* leer bleibt; man erblickt also selbst bey diesen verwickelt scheinenden Verbindungen die gröſste Harmonie mit dem in §. 12 und 13. für einfachere Combinationen aufgefundenen, wenn man z. B. bemerkt, wie auch hier die durch unmittelbare Berührung von *p* und *i* in *Fig*. 76. unter den dortigen Umständen (Verbindung beider durch *g*) bestimmte Action völlig gleich ist der Summe von Action, welche in *Fig*. 75. durch die vielen zwischen *i* und *p* liegenden kleineren Qualitätsunterschiede in *r*, *s*, *t*, *u*, *v*, *w* entsteht, genau so, wie wir es in §. 13. bey den einfacheren fanden; und wie dort, so kann auch hier jeder beliebige ähnlich liegende Hauptbestimmungsgrund, der mit den andern in unmittelbarer Wechselbeziehung steht, als Repräsentant der Action in der ganzen Kette dienen. Bey jenen einfacheren Fällen sah man, wie bey sinkender Erregbarkeit des Organs ein vorhandener bisher zur Erweckung von Contraction hinlänglich gewesener Grad von Action endlich dazu unzulänglich wurde, wie ein stärkerer eintreten muſste, um sichtlich wirksam zu reitzen. Es wird daher wie dort so auch hier unter den Umständen der *Fig*. 75 und 76. (einer nochmaligen Verbin-

bindung der Excitatoren durch feuchte Theile *f* und *g*,) ein Zeitpunkt während der Periode der Reizbarkeit des Organs eintreten, wo die bisher vorhanden gewesene Action zu schwach ist, Muskelbewegung fernerhin zu bewirken, und da bey gleichen Excitatoren überdieſs bey der Verbindungsart der *Fig.* 76. die Action schwächer, als beym Wegfallen derselben ist, so wird dieser Zeitpunkt hier um desto eher eintreten. Aber, da es auch hier verschiedene Actionsgrade, parallellaufend mit den ohne diese Verbindungsart zu Anfang dieses §. erwähnten giebt, so wird, wenn *p* und *i* genannter Figur linker Hand gleich, z. B. beide Zink sind, *p* rechts aber Bley ist, und diese Verbindung nun eben nicht mehr wirkt, es noch geschehen, wenn *p* Zinn, und wenn hier nicht mehr, wenn es Eisen, u. s. w. wäre. Da es ferner nach dem obigen einerley ist, ob dieses *p*, was jetzt Eisen sey, mit *i* unmittelbar in Verbindung steht, oder ob es ein (auf *f* zugleich liegendes) Zinn-, und dieses ein (in demselben Verhältniſs zu *f* stehendes) Bleystück, und dieses erst *i* berührt, und da derselbe Grad von Action in die Kette kommt, sie werde auf Einmal dadurch, daſs, nachdem die eben erzählte Verbindung bereits gemacht worden, *i* mit dem linken *p* in Berührung kommt, oder Nach und Nach so geschlossen, daſs man zuerst das, *f* am von den Organen entfernteren Ende berührende *i*, mit dem linken *p* vereinigt, darauf mit einem Bleystück einen innerhalb der bereits geschlossenen Kette gelegenen Punkt von *f* und dieses *i*, (wie es *k* mit *i* in *Fig.* 75. thut,) dann mit Zinn einen ähnlichen Punkt in *f* und das vorige Bley, (wie *l* daselbst *k*,) und zuletzt

Eisen *p* eine gleiche Stelle von *f* und das zunächst liegende Zinn verbindet, so ist es sehr begreiflich, wie uns dieſs ein gutes Mittel an die Hand giebt, Organe in die Sphäre sehr beträchtlicher Summen von Action, die nicht etwan bloſs durch bis zum Eisen, sondern jede weiter, wie bis Silber oder Braunstein, gehende, oder überhaupt durch jede Verbindungen, welcher Art sie auch seyen, bestimmt seyn kann, zu versetzen, ohne jedoch diese ganze Summe auf Einmal auf Muskelbewegung wirken zu lassen, da eine einmal vorhandene und vorhanden bleibende Action während dieser Zeit gewöhnlich nie, sondern nur bey ihrem Ein- und Austritt dafür mit sichtbarem Erfolg thätig ist, und bey jedesmaliger Vermehrung der Action in der Kette nur Das, um wieviel die jetzige von der zunächst vorhergehenden verschieden ist, (denn von mit den im vierten Absatz des §. 19. bey *Fig.* 65. erzählten in Beziehung stehenden Phänomenen hat man hier nichts zu erwarten, da *f* und *g* in *Fig.* 75. u. 76. dieselbe Rolle, wie die äuſseren Nervenstücke in *Fig.* 65., wenn sie durch Schnitt oder Unterband in *n* von den mit den Muskeln noch ungestört organisch verbundenen getrennt sind, und wo jene Erscheinungen beym zweyten schlieſsenden *e* und *f* wegfallen, spielen,) geradezu sich für Muskelbewegung verwendet. Es ist begreiflich, wie, wenn die Erregbarkeit der reizbare Organe in einer Galvanischen Kette eben bereits so tief gesunken wäre, daſs jene Differenzen einzeln, selbst die gröſste unter ihnen, was wohl in obiger Reihe die von Zink und Bley seyn möchte, unter den in *Fig.* 76. ausgedrückten Umständen, allein angewandt,

wandt, keine Muskelbewegung mehr zu erregen im Stande wäre, man diese Organe ohne irgend eine dadurch zu erleidende Contraction nach und nach einer Wirkungs-Summe aussetzen könne, die, wenn jene ihr auf Einmal unterworfen würden, in denselben noch heftige Contractionen zu erwecken fähig, kurz, wo $< x.\ n = \; > x$ seyn würde. Diese Möglichkeit geht nun in dem jetzt mit Beyhülfe der *Fig.* 75 zu erzählenden Versuche in die vollkommenste Wirklichkeit über. Es sind daselbst *a* und *b* zwey durch den homogenen Leiter *e* verbundene Froschschenkel, *c* und *d* ihre Nerven; die Reizbarkeit derselben ist eben so weit gefallen, daſs, wenn sie in *Fig.* 76. der Action der gröſsten unter den übrigen im Versuch vorkommenden Differenzen, der von Zink + Bley, so unterworfen werden, daſs bey bleibender Homogeneität von *f* und g, *p* links und *i* beide Zink, das rechte *p* aber Bley ist, in keinem derselben mehr Zuckungen bey Schlieſsung der Kette erscheinen; *g* und *f* sind gleich und dieselben wie in *Fig.* 76., *f* und *i* beides trockene Zinkstangen. Man legt die eine an *g*, die andere an *f*, und schlieſst in *q*; es ist ruhig, denn die Kette trägt das Merkmal der gleichen Theilbarkeit. Man bringt Bley *k* an *f* und *i*; es bleibt ruhig. So fährt man mit Zinn *l*, Eisen *m*, Kupfer *n*, Wismuth *o*, und Silber *p* fort, immer aber erhält sich jene Ruhe, vorausgesetzt, daſs ſämmtliche Körper *h* bis *p* ganz trocken, und der Apparat nicht durch Schüttern u. s. w. Störungen erleidet. Man kann noch weiter mit obengenannten Körpern bis zum Braunstein fortfahren, und es bleibt eben ſo ruhig. Aber demohngeachtet

ist

ist eine sehr beträchtliche Summe von Action in die Kette gekommen, die sämmtlich jetzt nach der Schlieſsung noch fortdauert. Man überzeugt sich von der Gegenwart derselben durch die Contraction, die *b* bey noch hinlänglicher Erregbarkeit erleidet, wenn man *p* und einen Punkt auf *d* durch ein zweytes *p* verbindet. ~~Es~~ ist der Fall, wie mit *fdf* in *Fig.* 65. Bestimmter und gewisser entdeckt sich die gegenwärtige Action durch die heftige Contraction, die ein *d* in *Fig.* 73. gleichender noch sehr reizbarer Froschschenkel erleidet, dessen Nerv, wie hier *c*, den Nerven dieses oder jenes Schenkels an zwey Punkten, oder beide Nerven zugleich, oder Nerv und Muskel, oder selbst nur das schmale leitende *g* oder *f* an zwey Punkten berührt. Man sieht sehr bestimmt, wie die Zuckungen dieses Schenkels zunehmen, wenn die Action in der Kette zunimmt, und wie sie mit dieser wieder abnehmen und verschwinden, wenn man erst *p*, dann *o* u. s. fort, wegnimmt, bis die Kette gänzlich aufgelöſst ist. Ordnet man *i* bis *p* nach *Fig.* 75. ohne vorher *h* und *i* in *g* schon geschlossen zu haben, und schlieſst nun, so wird dabey *a* stark contrahirt, und *b* vielleicht, nie aber *a*, wenn es nicht andere Umstände veranlassen, bey der Trennung. Diese Zuckungen nehmen ab und verschwinden, so wie man vor dem Versuch *p*, *o* u. s. w., eines nach dem andern wegnimmt; sie kommen wieder und nehmen zu, wenn diese wieder hinzugesetzt sind. Man nimmt aber eines nach dem andern weg, während in *q* geschlossen bleibt, und alle Contractionen bleiben aus. Hier wird offenbar ein Etwas, ein $> x$ zerlegt in *n* Theile, deren jeder gleich $< x$ ist. Es wird getheilt,

theilt, und die Theilung ist endlich, damit auch der Theil, nie kann er übergehen in Nichts, immer bleibt er Etwas, und so hätten wir den bündigsten Beweis dafür, *daſs in nach dem ersten Gesetz in §. 11. nicht in gleiche Hälften theilbaren Galvanischen Ketten auch dann noch Action statt habe, wenn auch Muskelbewegung bey ihrem Ein- und Abtritt fehlt, nur daſs dann diese Action schwächer sey, als wenn sie mit Contraction der ihr ausgesetzten Organe begleitet ist.* Aber so gewiſs es Erregbarkeit giebt, wird sie ewig in den Schranken der Endlichkeit bleiben, und eben so gewiſs wird zu jeder Erregung erfordert werden ein endlicher Grad von Action überhaupt. Aber dieser Endliche ist, so klein er auch sey, immer noch theilbar, theilbar noch ins Unendliche, und dieser Theile kann ich jederzeit weniger nehmen, als die Zahl war, die die Menge der gemachten ausdrückte. Immer und überall kann es daher einen Grad von Action geben, der kleiner sey, als der zur Erregung selbst bey dem höchsten Grade vorkommender Erregbarkeit nöthige, so klein dieser auch seyn möge, und so wird es auch in Ketten *aus bloſs thierischen Theilen,* wenn, bloſs oder zunächst doch, Thätigkeit unter dieser bestimmten Form die Erregung bewirkt, Grade vorhandener Action geben, die schwächer seyn werden, als der zur sichtlichen Wirkung erforderliche = > x, immer aber ist er noch Thätigkeit von derselben Art, unter derselben Form u. s. w. Unser Beweis gilt also durchaus für *jede* Galvanische Kette, welcher Art sie auch sey, sobald sie nur die schon oft genug erwähnten Bedingungen enthält.

Wie groſs aber der Einfluſs der Thätigkeit in den eben beschriebenen Ketten *Fig.* 75. auf die Organe sey, davon giebt noch das einen deutlichen Beweis, daſs, selbst bey schon sehr matter Erregbarkeit, diese demohngeachtet noch den merkwürdigen Veränderungen unterworfen ist, deren in §. 20. gedacht wurde. Ich sah mehreremal, wie in *b* in der genannten *Fig.* durch die während langem Geschlossenbleiben anhaltende Wirkung der dortigen Kette, ob sie schon ohne die geringsten dabey entstehenden Zuckungen von *a* oder *b* zu Stande gebracht war, wieder ein Grad der Erregbarkeit hervorgerufen wurde, bey welchem der Schenkel im Augenblick der Trennung in den Spannungszustand und als dieser nachlieſs, auſserhalb der Kette in heftige Contraction gerieth, wenn sein Nerv auf die Muskeln zurück und mit ihnen in Berührung, nach Art der *Fig.* 26 und 27. trat, indeſs in *a* bey heftiger Reizung wenig oder keine mehr erfolgte. Ich legte jetzt das fast todte *a* an die Stelle von *b*, und das so erregbare *b* linker Hand hin; in einiger Zeit war dieses todt, und *a* wieder lebendig geworden. Was kann *die Gegenwart und Fortdauer solcher Grade von Action in der Galvanischen Kette, die kleiner als x sind, bey deren Eintritt keine Muskelbewegung erscheint*, auffallender beweisen, als dieses! —

Zweyte Abtheilung.

Resultate aus den Resultaten der vorigen Untersuchungen.

§. 23.

Wiederholung der Bedingungen für die Wirksamkeit des Galvanismus.

Wir haben bisher uns mit Aufzählung der merkwürdigsten bey dem Galvanismus vorkommenden Erscheinungen, d. i. der mittel- oder unmittelbar sinnlich wahrzunehmenden Veränderungen, welche eine mit der bloſsen Schlieſsung einer in sich selbst zurücklaufenden Reihe Körper von bestimmter Qualität, und nach bestimmter Ordnung, unter denen sich die Nerven oder Muskeln eines mehr oder minder reizbaren thierischen Organs, oder beide zugleich, befanden, gegebene Thätigkeit, sowohl ihr Anfang und Aufhören, als ihr anhaltendes Fortdauern während dem Geschlossenseyn dieses Cirkels, zunächst in diesen Organen, bewirkte, beschäftiget. Wir suchten die Bedingungen, mit denen sie gegeben,

und

und die Gesetze, denen sie unterworfen waren, auf. So erhielten wir allgemeine Resultate, von denen wir jetzt nur die kürzlich wiederholen, deren wir hier vorzüglich bedürfen.

Wir fanden, daſs zu einer Thätigkeit unter der bekannten Form erfordert werde:

Daſs sämmtliche Glieder der Kette gute Leiter der Electricität wären; (die wenigen Ausnahmen s. §. 3.)

Sie muſsten verschiedener Qualität seyn; denn erst damit sind überhaupt Bestimmungsgründe für Thätigkeit gegeben. Alles Handeln in der Natur geht auf *Gleichgewicht* aus. Bey *homogener* Qualität ist aber schon Gleichgewicht mit sich selbst da, und der *Grund für Thätigkeit fehlt.*

Die Kette muſste aus festen und flüſsigen Körpern gemischt seyn; und da thierische Theile im feuchten Zustande recht eigentlich Gemische von Festem und Flüſsigem sind, so ist begreiflich, wie auch thierische Theile allein, unter den gehörigen Bedingungen wirksame Ketten geben können.

Eine Kette, in der Thätigkeit unter der bekannten Form, (*dynamische Circulation,*)

statt haben soll, muſs durch keine zwey Punkte ihrer Peripherie in zwey Hälften getheilt werden können, in welchen die Glieder und ihre relativen Verhältnisse zu einander dieselben wären. Sie müssen ungleich seyn, und um dieſs zu seyn, sind wenigstens Drey von einander verschiedene Qualitäten, in unserem Fall Drey verschiedene thierische Theile, oder Zwey und Eine Feuchtigkeit, oder Einer und Zwey verschiedene Feuchtigkeiten, eine oder beide thierisch oder nicht thierisch, nöthig.

§. 24.

Wiederfindung dieser Bedingungen im thierischen Körper.

Aber wo sind diese Bedingungen bestimmter, häufiger, und mannichfaltiger erfüllt, als —

in dem lebenden thierischen Körper!

Ueberall daselbst finden sich die geforderten Drey Heterogeneitäten. Wo ist eine Muskelfaser ohne Nerven und Flüſsigkeiten mancherley Art? Wo irgend ein Theil im Körper, der nicht zu-, nicht abführende Gefässe, gefüllt mit verschiedenen Feuchtigkeiten, enthielte? In welcher Verbindung stehen denn Muskeln, Nerven, Gefäſse, Zellgewebe, Blut u. s. w. mit einander? Sind es nicht lauter beständig geschlos-

geschlossene Ketten? — Wo giebt es von der belebteren Nervenfaser herab bis zum (relativ) minder organisirten Knochen wohl einen Theil im Thierkörper, in welchem nicht ein beständiger Wechsel der Materie, Binden und Trennen von Stoff statt fände? Bey jeder Bindung aber unterscheidet man Zwey sich zu Verbindende, und Ein Verbundenes, bey jeder Trennung das zu Trennende, und die Zwey Getrennten, in beiden Fällen Drey Verschiedene, und mehr fordert der Galvanismus als Bedingung seiner Wirksamkeit nicht! Ein jeder Theil des Körpers, so einfach er auch sey, ist demnach anzusehen, als ein System unendlich vieler unendlich kleiner Galvanischen Ketten, denn man kann theilen bis ins Unendliche, und immer noch werden Theile ähnlich (in dieser Rücksicht) dem Ganzen erscheinen. Solche *Systeme* aber treten nun wieder als *Glieder* in höhere Ketten, diese sind Glieder noch höherer, und so fort bis zur gröſsesten, die die übrigen alle umfaſst. So laufen die Theile in das Ganze, und das Ganze in die Theile zurück. — Aber, ist es anders etwan im Menschlichen Körper, anders in der Hülle des Wurmes? Anders vom Elephant herab bis zur zarten Naide, vom Wallfisch bis zum Infusionsthier? — Nein! Ueberall ist der Grund, und mit ihm das Begründete vorhanden. Und das Begründete ist

fortdauernde Thätigkeit in den fortdauernd geschlossenen Ketten.

Was steht demnach fester, was ist stärker begründet, als der

Beweis

Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs in dem Thierreich begleite.

§. 25.

Einige Winke über das, was sich daraus als Erklärungsgrund mancher Erscheinungen in der thierischen Oekonomie ergeben könnte.

So haben wir denn den Titel unserer Schrift gerechtfertiget, und damit ein Resultat scheinbar von Wichtigkeit erhalten. Sollte sich aber aus der Ansicht des thierischen Körpers, als eines *Systems unendlich vieler auf die mannichfaltigste Art in und durch einander greifender beständig thätiger Galvanischer Ketten*, nichts weiter ergeben; sollte das nur so trocken da stehen? O gewiſs nicht, und diese Antwort bedarf keiner Rechtfertigung dem, der geachtet hat auf die mancherley wichtigen Verhältnisse, die sich ihm im Verlauf unserer Untersuchungen darboten. Ich verspare die ernsthaftere Betrachtung derselben, die Vergleichung derselben mit andern Naturphänomenen, die Entwickelung des daraus Hervorgehenden, und die genaueste Zuſammenstimmung alles dieses und Bestätigung desselben mit und durch die Erfahrung, für eine andere Zeit, aber einige flüchtige Winke wird es mir erlaubt seyn, schon jetzt, sey es auch nur unvollkommen, zu geben.

Der Grad der Thätigkeit aller dieser Ketten wird bestimmt durch die Qualität ihrer Glieder, und umgekehrt. In keinem Gliede derselben kann Aenderung vorgehen, ohne daſs es Einfluſs habe auf das Ganze, die Kette; denn dadurch ist der Grad der Action dieser modificirt, dadurch ist diese Kette als Glied einer höheren ein anderes, damit auch die Action dieser höheren, eine andere und so fort, geworden. Aber der §. 20. hat uns so deutlich gelehrt, welchen Einfluſs auf den Zustand des Organs diese Thätigkeit habe, wie sie mit dem Grade dieser, Modificationen erleide. In keinem Gliede also kann Aenderung vorgehen, ohne daſs es nicht auch der Fall mit den übrigen sey, und wie durch allgemeine Ursachen die Action der höheren Ketten modificirt sind, so sind es damit auch alle die niederen und die Glieder derselben; es findet die vollkommenste Wechselbestimmung statt. Aber diese Modificationen können wohl nicht gleichförmig durch das ganze System verbreitet werden. Es ist denkbar, wie mit den Erhöhung der Action einer Kette (in Bezug auf den vorigen Zustand derselben) die einer zweyten herabgestimmt, die einer dritten vernichtet werde, und da jede dieser Thätigkeiten eine bestimmte Richtung hat, die einer vierten in die entgegengesetzte Richtung übergehe, indeſs eine fünfte in der gerade um eben so viel als die erste, eine sechste aber um weit mehr als diese, erhöht wird, u. s. w., denn für jeden der hier angegebenen und mehrere Fälle stellt die Erfahrung bestätigende Beyspiele auf. — So könnte vielleicht jede Veränderung der räumlichen Verhältnisse verschiedener Theile des Körpers zu einander,

den, und Beschreibung seiner [illegible] un- [illegible], wegen veränderter Lage ihrer Glieder [illegible], begleitet seyn. Es scheint als könnte [illegible] in den übrigen [illegible], wenn auf die Aether [illegible] [illegible] Ursache zu haben, welche man [illegible] [illegible] [illegible] jenes, [illegible] [illegible] [illegible], wodurch es [illegible] [illegible] ist, [illegible] [illegible] wir bisher nicht be- [illegible], wenn auch nicht allein, doch noth- wendig [illegible] [illegible], es würde uns übrigens [illegible] [illegible] [illegible], durch Anordnungen, die es in den [illegible] der [illegible] der [illegible] des Thierkörpers [illegible], was [illegible] oder Theile des Körpers [illegible] [illegible] [illegible] auf die- se Art [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], oder die übrigen [illegible] [illegible], und [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] men, so kann die Materie [illegible], so könnte [illegible] [illegible] [illegible], denn [illegible] auch diese [illegible] [illegible] [illegible] und [illegible] der [illegible] an der [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] jedoch [illegible] [illegible] [illegible], und die [illegible] [illegible], worin sich je- [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], wenn man [illegible] [illegible] [illegible] oder andere [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] andere [illegible]? [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], wenn [illegible] die [illegible] [illegible] Theile [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], wenn diese [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Reizes, [illegible] die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], wenn es [illegible] der, mit Entstehung neuer Kettenverbindungen und Aufhebung voriger, wegen veränderter Lage ihrer Glieder zu einander, begleitet seyn. Es scheint, als könnte nichts in den Körper kommen, ohne auf die Action dieser Kettenverbindungen Einfluſs zu haben, nichts aus ihm sich entfernen ohne Aenderung jener. Sollte wohl jedes Arzneymittel, worunter so manches ist, dessen Wirkungsweise wir bisher nicht begreifen konnten, wenn auch nicht allein, doch nothwendig allemal zugleich, es wirke nun übrigens chemisch oder mechanisch, durch Änderungen, die es in den Actionen des Galvanismus im Kettensystem des Thierkörpers veranlaſst, das Wohl oder Wehe des Körpers modificiren, nicht oft vorzüglich auf diese Art wirken? Es konnte als Glied eintreten, oder die vorigen Glieder chemisch, und dadurch den Actionsgrad der Kette bald erhöhen, bald herabstimmen; es kann die Medien ändern, in denen diese Ketten wirken, denn daſs auch diese sehr beträchtlichen Einfluſs auf den Grad der Action in der Kette haben müssen, das wird jedem sehr wahrscheinlich seyn, und die Erfahrung bestätigt es, wovon ich jedoch ein andermal weitläuftiger zu handeln gedenke. Was geschieht denn wohl, wenn man äuſserlich Salz- Eisen- Schwefel- oder andere Bäder gebraucht, wenn man Quecksilbermittel, flüchtiges Liniment und andere Mittel einreibt? Was, wenn Salze, Säuren, Moschus, Opium u. s. w. innerlich genommen, wenn sie oder ihre sogenannt feineren Theile aufgenommen werden ins Blut; wenn dieses dadurch als Glied so mancher thätigen Ketten, und damit die Action dieser sämmtlichen, Änderung erleidet; wenn es den

Stoff, den das Organ bekommen soll, modificirt, und dadurch die Thätigkeit dieses, u. s. ferner? Sind nicht die wirksamsten Excitatoren des Galvanismus auch mehrentheils längst, als merkwürdige Veränderungen im Thierkörper bewirkend, und daher zum Theil als wirksame Arzneymittel bekannt? Man sehe nach das noch sehr unvollständige Verzeichniſs derselben in §. 6. Man erstaunt in *Fig.* 12., wenn *f* Zink oder ein anderes Metall, *e* gehörig verdünntes *Opiumextract* oder eben so gut nur mit heissem Wasser gut angeriebenes *Opium* ist, eine Wirkung zu sehen, die der zweyer verschiedener Metalle gleichkommt. Welchen merkwürdigen Platz behauptet nicht die Kohle in jener Reihe, diese Kohle, die sich seit einiger Zeit als Heilmittel so vorzüglich auszeichnet. Ie luftleerer, je besser ausgebrannt sie ist, desto wirksamer ist sie im Galvanismus *), aber desto mehr leistet sie auch dem Arzte. Gebratne, geröstete Nahrungsmittel reizen stärker, aber in ihnen ist auch Kohlenstoff mehr oder weniger in Freyheit gesetzt, dieser im Galvanismus so thätige Stoff. Der berauschende Weingeist modificirt die Action Galvanischer Ketten, nicht unbeträchtlich, er aber ist es auch, der im thierischen Körper so thätig reizt. Die sogenannten demulcirenden Mittel, Oele, Schleime u. s. w. stimmen in Verbindung mit heftigen Excitatoren des Galvanismus, zum Beyspiel mit Laugensalzen, den Grad der Wirksamkeit dieser sehr herab. Wie, wenn sich alle Körper in Rücksicht ihres Verhaltens zum Galvanismus in Reihen ordneten, die parallel vielleicht liefen mit denen, in die sie eine vernünftige Materia medica theilt? Ich habe Grund, die Bejahung dieser Frage,

Erfahrungen zu Folge, für mehr als wahrscheinlich zu halten. Sollte es so dem Arzte einst noch möglich seyn, am Studiertisch durch einige Versuche an der reizbaren Muskel- und Nervenfaser das Mittel aufzusuchen, was seinen Kranken retten soll? Sollte man nicht schon jetzt aufmerksam werden, manche Körper der Wohlfeilheit wegen, als wirksame Arzneymittel zu versuchen? Was bewirkt z. B. wohl der chrystallisirte Braunsteinkalk, dieser (mir wenigstens) so merkwürdige Stoff, was Reiſsbley und andere im thierischen Körper?

Aber nicht allein die Veränderungen im kranken Körper, auch der Zustand des gesunden scheint manche Erläuterung erwarten zu dürfen. Ergiebt sich nicht zuerst aus unseren Betrachtungen (im gehörigen Sinne des Wortes) specificke Reizbarkeit jedes besonderen Theiles des Körpers? Bedarf der Physiologe noch eines sich über die nächstliegenden Theilen verbreitenden sensiblen Nervenfluidi, um Empfindung an Nerven-leereren Orten zu erklären? Hat man über das oft so schwer zu erklärende Phänomen der Mitleidenschaft keine Belehrung zu erwarten? Keine über manche der sonderbaren Erscheinungen am Thierkörper, z. B. beym thierischen Magnetismus u. s. w.? Keine über die noch räthselhafte Function dieses und jenes Organs? Keine über die scheinbare Aufhebung, oder bestimmter, nur veränderte Richtung chemischer Kräfte im lebenden Körper? Keine Erweiterung, keine Berichtigung der Theorie der Wirkungsweise der Sinne? Sahen wir nicht oben bey der Einwirkung des Galvanismus auf die Sinneswerkzeuge, daſs die Empfindung so lange fortdauerte, als die Kette geschlossen war, und schlossen wir nicht daraus mit so viel Wahrheit auf die Fortdauer der Wirkung in der Kette? Aber im thierischen Körper sind ja überall geschlossene Ketten, und überall stehen sie mittel- oder unmittelbar mit, eine in ihnen bewirkte Veränderung, fortpflanzungsfähigen Nerven in Verbindung. Beständig ist also eine gewisse Summe von Empfindung (man erlaube mir diesen unbestimmteren statt eines mir nicht eben einfallenden besseren Ausdrucks) vorhanden, aber, so lange Einheit im System, Harmonie aller Actionen, oder was einerley ist, so lange Gesundheit vorhanden ist, so lange wird man sich jener Empfindungsmasse nicht bewuſst seyn, denn sie ist eine gleichförmige, und selbst wenn sie regelmäſsig undulirte, würde diese Undulation eine gleichförmige seyn, und deſshalb nicht zum Bewuſstseyn gelangen. Es ist dies der Zustand, wo „man sich nicht fühlt.“ Wenn aber die Einheit gestört wird, Disharmonie jener Actionen eintritt, oder Differenz des Theils oder des Ganzen mit dem vorigen Zustand und von hinlänglicher Gröſse entsteht, wenn wir beziehen können, dann erst empfinden wir gewöhnlich mit Bewuſstseyn, nun wissen wir, daſs uns warm, daſs uns kalt sey, nun erst riechen, schmecken, hören, sehen, fühlen wir. Wenn es sich nun in der Folge etwan als Gesetz ausweisen möchte: alles was chemische Processe beschleunigt, verspätet, andere Producte derselben veranlaſst, was überhaupt Qualität ändert, das modificirt auch die Wirksamkeit des Galvanismus, und umgekehrt; — wird dann der Einfluſs der Wärme, des Lichts, der Electricität auf den thierischen

Kör-

Indifferenz entgegengesetzter Empfindungen – Allgemeine Polarität der Empfindungen. Indifferenz etc = Gesundheit. prädominiren einzelner = Krankheit. Also Indifferenz d. [illegible] = Gesundheit.

Körper noch so schwer, wie zuweilen bisher, zu begreifen seyn? Wird man nicht richtigere Vorstellungen von den Veränderungen, die ein Organ dadurch erleidet, erhalten? Wird der genaue Zusammenhang zwischen körperlichen und Seelen-Leiden, wie z. B. plötzliche Gemüthsveränderungen Krankheiten des Körpers und umgekehrt bewirken, minder unbegreiflich werden? Wo ist denn nun das groſse Band zwischen Körper und Seele? — Aber noch eins: wenn es etwan in der thierischen Maschine einen Körper gäbe, dessen Qualität in regelmäſsigen Intervallen sich änderte; wenn dieser Körper Glied einer Kette wäre, deren Action zunächst gewisse Nerven leicht contrahirbarer Muskeln träfe, wenn etwa diese Muskelfasern zu Gefäſsen gehörten, in denen Flüſsigkeiten durch abwechselnde Verengerung und Erweiterung ihrer fortbewegt werden sollten, was würde denn wohl die Folge seyn von der durch die Undulation der Qualität jenes Körpers so regelmäſsig bestimmten immer wiederkehrenden Veränderung der Action der groſsen Kette, zu der dieser Körper gehörte? Ohne Zweifel abwechselnde Verengerung und Erweiterung jener Gefäſse. Und damit? Fortbewegung der in ihnen enthaltenen Flüſsigkeiten. Giebt es aber in der thierischen Oekonomie wohl einen Körper, der obige Eigenschaften besitzt? O ja! das Blut. Beladen mit Sauerstoff (oxydirt) geht es in alle Theile des Körpers giebt ihn da ab, und kehrt (desoxydirt) eben so beladen mit theils von neuem Sauerstoff bindungsfähigen, theils dem Körper überflüſsigen Stoff, nach den Lungen zurück, hier ändert es seine Qualität abermals um, um jenes Spiel von neuem zu beginnen. Wie wichtig sich aber das verschiedene Verhältniſs zum Sauerstoff beym Galvanismus macht, das lehrte der §. 12. u. 13. hinlänglich. Gesetzt nun, die Galvanische Action, die vorher durch alle die zu jener Verrichtung nöthigen Theile strömte, würde durch irgend einen Zufall, durch einen nahe liegenden eben vielleicht jetzt besser leitenden Theil abgeleitet, oder aus Mangel an Sauerstoff könnte nicht mehr die zu einem zur gehörigen Modification des Contractionszustandes der Muskelfasern jener Gefäſse nöthigen Actionsunterschiede gehörige Qualitätsdifferenz in der Lunge entstehen; oder durch irgend einen denkbaren Zufall würde die Richtung der vorher zum Leben hinwirkenden Action plötzlich die umgekehrte, (die Nerven der zu contrahirenden Muskelfasern würden z. B. statt vorhin positiv (s. §. 20.) jetzt negativ gsreizt,) was würde erfolgen? Der Blutumlauf würde aufhören, der Kranke schien todt. Ietzt brächte man im ersten Fall, wenn man mit den zunächst möglichen Ableitungen schon bekannt wäre, einen besseren Leiter, als diese abgiebt, an den Aus- und Eingang der Leitung in die gehörige Kette; oder im zweyten Fall gäbe man — und that man das nicht schon bereits wirklich? — dem Blut in den Lungen, etwan durch Einblasen von Sauerstoffluft, Gelegenheit, wieder den nöthigen Qualitätsunterschied zu erlangen; oder man brächte, so wie im letzten Fall, irgendwo im Verlauf des wirkenden Cirkels eine mit der zum Leben hinwirkenden Action in gleicher Richtung gehende beträchtlich starke, z. B. die von zwey verschiedenen Metallen, an, und die im letzten Fall stark genug wäre, um nach Abzug des ent-

gegengesetzt wirkenden Actionsgrades in der umzukehrenden Kette, immer noch eine zur Erregung der zu diesem Kettensystem gehörigen Theile hinlänglich groſse Action übrig zu lassen, was würde denkbar geschehen? Von neuem begänne der Pulsschlag, und der Todte erwachte. Fast scheint es, als wenn wir uns hier dem groſsen Geheimniſs der Erklärung der Cirkulation des Blutes näherten. Doch es könnte nur Schein seyn, aber Gewiſsheit, nicht Schein, will der ächte Naturforscher. Man verzeihe uns daher diese oft, wie es nicht anders seyn kann, manchem, ja vielen, verwegen genug vorkommen müssenden Muthmaſsungen, die sich noch mit manchen andern vermehren lieſsen; vielleicht schützt uns der denkende Kopf, bekannt mit der ganzen Fülle Galvanischer Erscheinungen, so lange, bis die Erfahrung, die wir nothwendig darüber verhören müssen, bestimmter für eins oder das andere spricht.

§. 26.

Hat auch Action in Ketten, unter deren Gliedern keine Thierische Theile sind, statt?

Diese Frage höre ich uns entgegenrufen, und obgleich ihre Beantwortung tiefe Untersuchungen erfordert, die zu einer andern Zeit angestellt werden sollen, so ist es doch nicht unnütz, im Voraus einige Worte darüber zu sagen.

Wir haben bisher von Thätigkeit, von Bestimmungsgründen für Thätigkeit gesprochen, ohne uns zubekümmern, Was denn thätig sey. Möchte nicht schon der Umstand, daſs wir niemals nöthig hatten, nach diesem Was zu fragen, den Gedanken erregen, daſs diese Frage auch wohl noch in andern Fällen entbehrlich seyn könnte? Man machte indessen in unserm Fall bald den Wasserstoff, bald den Sauerstoff, bald die Electricität dazu, bald lieſs man ein feineres Fluidum in den reizbaren Nerven absondern, was nun nur durch die Glieder der Kette nach, nach Beschaffenheit dieser, bald mehr, bald weniger erlittenem Widerstand, mehr oder weniger heftiger, als ohne diesen Widerstand, wieder in den Nerv, oder die Muskeln explodiren, und da durch genauere Verbindung vorher im mehr gasähnlichen Zustande vorhanden gewesener Stoffe, die Contraction ohngefähr so bewirken sollte, wie der electrische Funke, wenn er zwey Gasarten zur tropfbaren Flüſsigkeit, also in ein weit engeres Volumen, verband. Den ersten beiden Annahmen würde der Beweis des sich weiter als über das Thierreich erstreckenden Galvanismus (dynamischer Circulation überhaupt) nicht eben zuwider seyn, wenn nicht die Erfahrung ohnehin schon gerade zu gegen jene Hypothesen spräche. Eben so wenig die dritte, wo Electricität thätig ist. Aber die letztere, eine der neuesten, aufgestellt von Herrn *von Humboldt*, würde sich wahrscheinlich nicht gut mit jenem Gegenbeweis vertragen, denn nach ihr können nur thierische, nur reizbare Nerven enthaltende thierische Theile jenes in der Kette strömende Fluidum hergeben. Es mag auffallend gewesen seyn, daſs wir in unserer Schrift nie dieser Theorie, nie eines circulirenden Nervenfluidum erwähnten; wir wollten aber Thatsachen von Hypothesen

trennen

schon der Umstand, daſs wir niemals völlig heraus [illegible] Was [illegible], den Gedanken [illegible] daſs jene Frage auch wohl noch in seinem [illegible] unbedingt [illegible] Könnte [illegible] unserm Fall bald den Wasserstoff, bald den Sauerstoff, bald die Electricität dazu, [illegible] man ein feineres Fluidum in den reizbaren Nerven besonders, was aber nur durch die Glieder der Kette nach, nach Beschaffenheit dieser, bald mehr, bald weniger [illegible] Widerstand [illegible] oder weniger heftiger, als ohne diesen Widerstand wieder in den Nerven oder die Muskeln expliciren, und dadurch genauere Verbindung vorher im mehr gasförmigen Zustande vorhanden gewesener Stoffe, die Contraction ohngefähr so wirken sollte, wie der electrische Funke, wenn er zwey Gasarten zur tropfbaren Flüssigkeit, also in ein weit engeres Volumen verband. Den ersten beiden Annahmen würde der Beweis des sich weiter als über das Thierreich erstreckenden Galvanismus (dynamischen Circulation überhaupt) nicht eben zuwider seyn, weil mich die Erfahrung ohnehin schon gerade zu gegebene Hypothesen [illegible] Eben so wenig die dritte, wo Electricität thätig ist. [illegible] eine der neuesten [illegible] von Herrn von Humboldt, würde sich wahrscheinlich nicht gut mit jenem Gegenbeweis vertragen; denn auch [illegible] thierische, und reizbare Nerven [illegible] Theile jenes in der Kette aus[illegible]. Es mag auffallen [illegible] in unserer Schrift wie dieser Theo[illegible] circulirenden Nerv [illegible] aber Thatsachen [illegible]

[illegible] abgenommen aus der Erfah-
rung, und [illegible] bleiben, die Zukunft mag
eines oder das andere entscheiden; Erfahrung
[illegible] hält [illegible] Widerspruch. Sie stimmt
also auf gleich mit jenen Gesetzen. Die Verhältnisse
der in der Galvanischen Kette wirkenden Ursache werden
immer Thätigkeit bleiben, die Bestimmungsgründe
[illegible] immer dieselben bleiben, was [illegible]
[illegible] werde, und Heterogenität nur
wird diese Bestimmungsgründe gesetzt, [illegible]
man sagt nicht, was Heterogenität eigent-
lich bestimmt, daß sie nur durch den Unterschied
der [illegible] Qualität und Quantität zweyer Metalle
völlig bestimmt ist. Aber das Quantitative
Körper ist zugleich bestimmt durch sein räum-
liches Verhältniß zu andern Körpern. Alles
gravitirt in der Natur gegen einander; Schwere ist
nur die gewisse Gravitation, alle aber folgt denselben
Gesetzen; man weiß aber daß die Schwere zu- und
abnimmt im umgekehrten Verhältniß der Quadrate
der Entfernung. Und so könnte in den Ketten Fig.
18 — 19. erst dann völlige Gleichheit auf beiden Sei-
ten eintreten, wenn [illegible] durchaus gleich groß
ihre Entfernung von dem Organ und unter sich über-
all gleich, u. s. w. wäre. Gesetzt es wäre nun
ein wirkliches Fluidum, aus den Nerven in die Glie-
der der Kette überströmend, vorhanden, so würde
selbst die [illegible] Humboldtische Theorie sich jenen Ge-
setzen unterwerfen müssen. — Man sieht leicht
welcher Vorsicht es bedarf, [illegible] zu [illegible]
[illegible] — Eine Kritik

trennen, und so war diese Abstraction nöthig. Unsere Gesetze, rein aufgenommen aus der Erfahrung, /u werden es bleiben, die Zukunft mag für eines oder das andere entscheiden. Erfahrung kommt nie mit sich in Widerspruch, sie wird es also auch nicht mit jenen Gesetzen. Das Verhalten der in der Galvanischen Kette wirkenden Ursache wird immer Thätigkeit bleiben, die Bestimmungsgründe dafür werden immer dieselben bleiben, was auch durch sie bestimmt werde, und Heterogeneität nur wird diese Bestimmungsgründe abgeben, so lange man nur nicht vergiſst, was Heterogeneität eigentlich heiſst, und daſs sie nur durch den Unterschied der Tota von Quale und Quantum zweyer Materien völlig richtig bestimmt ist. Aber das Quale eines Körpers wird ja zugleich bestimmt durch sein räumliches Verhältniſs zu andern Körpern. Alles z. B. gravitirt in der Natur gegen einander; Schwere ist nur die gröſste Gravitation, alle aber folgt denselben Gesetzen; man weiſs aber daſs die Schwere zu- und abnimmt im umgekehrten Verhältniſs der Quadrate der Entfernung. Und so könnte in den Ketten *Fig.* 13—15. erst dann *völlige* Gleichheit auf beiden Seite eintreten, wenn *f* und *e* durchaus gleich groſs, ihre Entfernung von dem Organ und unter sich überall gleich, u. s. w., wäre. Gesetzt es wäre nun auch ein wirkliches Fluidum, aus den Nerven in die Glieder der Kette überströmend, vorhanden, so würde selbst die *von Humboldtische* Theorie sich jenen Gesetzen unterwerfen müſsen. — Man sieht leicht, welcher Vorsicht es bedarf, um nicht zu übereilt über dergleichen zu entscheiden. — Eine Prüfung der bisher gangbaren Theorieen, vorzüglich der letzteren, scheint nicht unwichtig zu seyn, zumal da wir schon an mehreren Orten dieser Schrift auf Umstände stieſsen, die nicht mit den Sätzen jener letztern übereinstimmen wollten. Aber diese Prüfung erfordert weit eindringende Untersuchungen; denn es ist um nichts weniger, als um Wahrheit zu thun, und mit der läſst sich nicht spielen. Wir behalten sie uns daher vor der Hand noch vor, und stellen nur noch einige allgemeine Ideen hin.

Bey Aufstellung des Beweises, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs in dem Thierreich begleite, hatten wir gar nicht nöthig zu fragen, ob nothwendig thierische Theile als gegenwärtig in der Kette für eine Action in derselben erfordert würden; genug, daſs wir wuſsten, daſs auch thierische Theile allein wirksame Ketten gäben. (Unser Beweis würde auch davon nichts leiden, wenn man uns zeigte, daſs auch Action statt finde in Ketten aus weniger als drey derselben, er würde sogar dabey gewinnen, wenn nicht in dem Ganzen schon dieser Fall mit enthalten wäre.) — Aber was ist denn ein thierischer Theil, und was der Körper, zu dem er gehörte? Er ist ein System in einander wirkender Kräfte, sein Theil ist, was er ist, durch sein Ganzes, und das Ganze durch die Theile begründet; beides ist sich wechselseitig Mittel und Zweck, und das Product alle Augenblicke ein anderes, und doch wieder dasselbe. ein dynamisches durch seine Thätigkeit eben diese Thätigkeit von neuem, und damit Dauer seiner Existenz begründendes System. Von diesem nun

ist

ist das einzelne Organ ein Theil, ein bestimmtes dynamisches Verhältniſs, und drey dergleichen verschiedene sind es, welche wirksame Ketten geben. Aber jenes System ist selbst das was es ist, nicht durch sich allein, nur in sofern ist es dieſs, als es Theil ist eines höheren dynamischen, des vollkommensten a~~b~~ller organischen System~~e~~ *der Natur*, und daſs es überhaupt ist, verdankt es selbst der Natur. *Sie* ist das Ideal aller organischen Wesen, absolut in sich beschlossen, ewig in sich, und ewig das was sie ist, bleibend, bleibend — *Natur.* Weltkörper sind ihr Blutkügelchen, Milchstraſsen wie Muskeln, und Himmelsäther durchströmt ihre Nerven. Und, o welches Verhältniſs! nur in Wesen, Punkten sich nahend, Trillionenmal kleiner, denn jener Blutkügelchen kleinstes, in diesen nur sollte sich Thätigkeit unter jener bestimmten Form (der geschlossenen Kette) äuſsern? Fürwahr! ich begreif's nicht; es ist unmöglich, daſs sie nicht überall statt finde in der *ganzen Natur*! Wo ist eine Sonne, wo ist ein Atom, die nicht Theil wäre, der nicht gehörte zu diesem *Organischen ALL, lebend in keiner Zeit, jede Zeit faſsend in sich?* — Wo bleibt denn der Unterschied zwischen den Theilen des Thieres, der Pflanze, dem Metall und dem Steine? — Sind sie nicht sämmtlich Theile des *grossen All-Thiers*, der *Natur?* — — Ein allgemeines bisher noch nicht gekanntes *Naturgesetz* scheint uns entgegen zu leuchten! — Doch, die Folge wird vielleicht darthun, daſs es mehr sey, als Schein.

§. 27.

Welches ist das Verhältniſs des Galvanismus zur Electricität, und beider zu der Chemie?

Ich kann diese Betrachtungen nicht ſchlieſsen, ohne noch kürzlich etwas über das so sichtbare Verkehr zwiſchen Galvanismus, Electricität und Chemie zu sagen.

Wenn die Aufgabe entstünde, die Bedingungen anzugeben, unter denen *drey* auſser einander befindliche, von einander verschiedene *Raumerfüllungs-Individuen, ohne gänzlichen* Uebergang der Dreyheit in Einheit (der Qualität), ohne sogenannt chemische Einung, und zwar jedes auf das andere *unmittel- und zugleich mittelbar* wirken könnten, wie würde man diese Aufgabe lösen? — Durch die Radical-Formel des *Galvanismus*, durch Fig. 20. Aber *wieviel* verschiedene Individuen *höchstens* würden der Forderung, unter dieser Form eines in sich zurücklaufenden Cirkels, jedes aufs andere *mittel- und unmittelbar zugleich* zu wirken, entsprechen? — *Drey*, und nicht mehr. Aber auf *drey* reducirt sich auch die combinirteste Galvanische Kette, soviel aber auch müſsen der verschiedenen Glieder zur wirksamen Kette nothwendig seyn.

Ferner: *Wieviel* verschiedene Raumerfüllungs-Individuen können auf einmal *unmittelbar allein*, indem sie einander berühren, auf einander wirken, dynamisches Gleichgewicht herstellen, *ohne gänzlichen* Ueber-

F. Desgl. Kortum in Voigts Magazin zc. B. X. St. 2. S. [illegible]
s. Deimann in Cavallo Electricität B. II. S. 17–19. d. Übers.
Desgl. Cavallo in Lichtenb. Mag. I. II. 22.
Haüy in Bulletin des Sciences, par la Société philomatique. No 15. Paris. Germinal, an 6 de la républ. (März 1798.) p. 101. S. Scherers Journ. St. 3. (1798) S. 246. (die Dioptas [illegible] [illegible] zeigt — el. [illegible] [illegible] 25, 57 [illegible] Kräfte.)
Desgl. Vasalli in Annali di Chim. T. 1. p. — ; Frz. gem. in Annal. de Chim. T. XIII. p. 54–56.

Uebergang der Differenz zur Einheit? — *Zwey.* Und das Product ist? — *Electricität.*

Wie aber nennt man den Proceſs, wo *zwey* Raumerfüllungs-Individuen differenter Qualität *gänzlich* zur Einheit der Qualität übergehen? — *Chemisch.*

Und so ergiebt sich das Verhältniſs des Galvanismus zur Electricität, und dieser zu der Chemie. Darf man sich nun noch verwundern, beym Galvanismus so genaue Beziehung auf chemische Verhältnisse zu finden? Darf man sich wundern noch über den sogenauen Zusammenhang zwischen Galvanischen und Electrischen Erscheinungen? (Man vergl. z. B. die vortrefflichen Versuche *Volta's* a. a. O. Heft 1. S. 128. Heft 4. S. 474. mit oben §. 3. 12. u. 13., woraus man eine Menge zu machender Entdeckungen leicht vorher zu sagen im Stande ist.) — Und da im *totalen dynamischen* Proceſs, dem sogenannt *Chemischen*, auch der *partielle*, *der Elec~~l~~rische* enthalten ist, wie im Ganzen der Theil, darf dann die Ankündigung befremden, *daſs d~~er~~as System* der *Electricität, nicht wie es jetzt ist, sondern wie es einst seyn wird, zugleich das System der Chemie, und umgekehrt, werden wird?* —

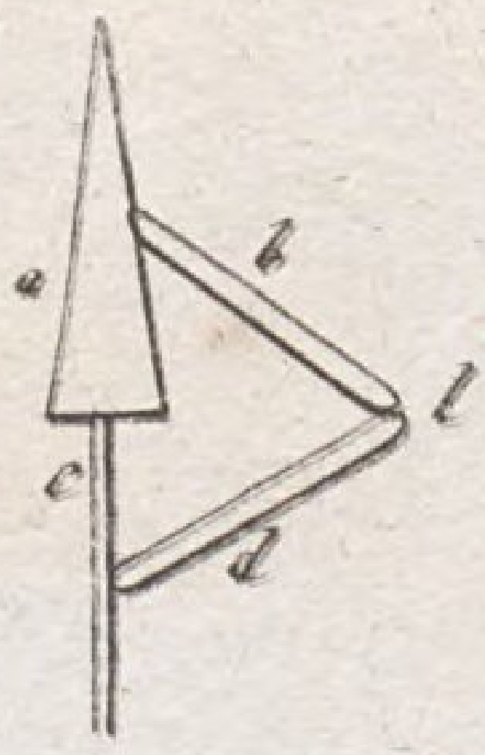
§. 28.

Beschluſs.

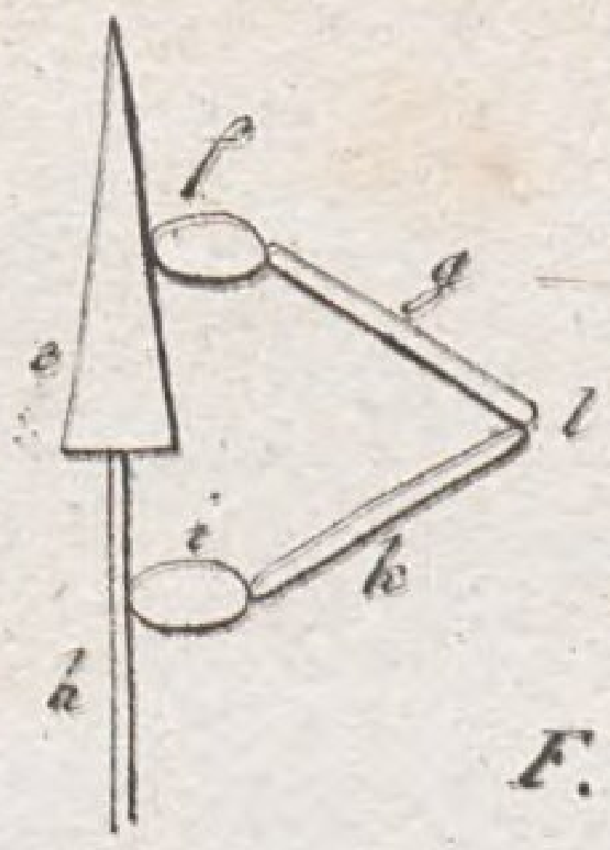
So breche ich denn für dieſsmal diese Betrachtungen ab, in der Hoffnung, daſs sie sich durch ihren Gegenstand andern eben so wichtig machen werden, wie mir. Das Hauptresultat derselben, was ihr Titel angab, scheint wirklich eine der Früchte zu seyn, die man mit und nach der Entdeckung Galvanischer Phänomene von ihnen mit so inniger Ueberzeugung erwarten zu dürfen glaubte. Aber noch sind sie nicht alle gereifft. Wie! wenn wirklich, nicht der *Galvanismus* nach der bisherigen eingeschränkten Bedeutung des Wortes, sondern überhaupt *Wirkung* differenter Raumerfüllungs-Individuen auf einander *unter seiner Form*, ein *allgemeines Naturgesetz*, die in §. 11. aufgestellten Gesetze die näheren Bestimmungen desselben wären? Was hätte sich alsdenn die Pflanzenphysiologie, und die davon abhängenden Zweige der Naturwissenschaft, was Chemie, Mineralogie, Geognosie, was sogar die Physiologie des Universums, für manche Erweiterungen zu versprechen? — Man fasse den ersten Satz des §. 27. recht scharf in die Augen, und urtheile! — Sollte ferner die neue Ansicht der *Electricität* in demselben §. minder fruchtbar an Folgerungen seyn für diese Lehre, in der man noch so viel Dunkles eben wegen des Dunklen kaum ahndet? — O Ihr, die Ihr gewohnt seid, *denkend* die Natur zu betrachten, denen Wahrheit am Herzen liegt! bedürft' es bey Euch noch der Bitte, zu pflegen den Baum, zu warten seiner mit Sorgfalt? — denn seiner Früchte sind viel, und jede ist werth, daſs sie reiffe. Fürwahr! die Erndte belohnt Euch. Schon das Unvollkommene dieser Schrift kann Euch beweisen, daſs es nicht das Werk des Einzelnen sey; nur die vereinte Kraft Vieler vermag's zu vollenden.

Fig-11, 56

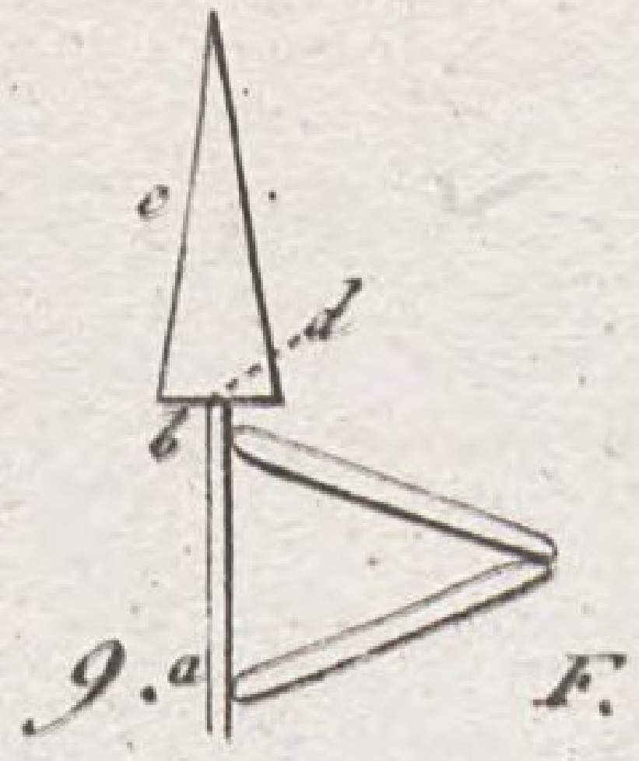
F. 1.



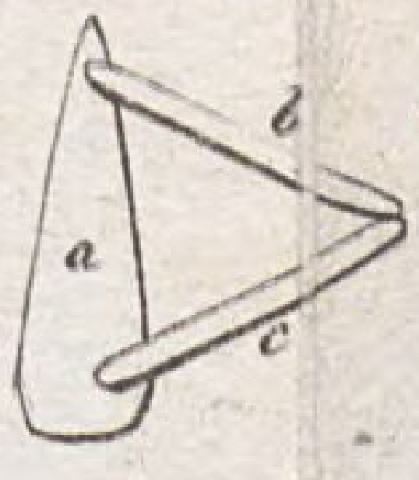
F. 2.



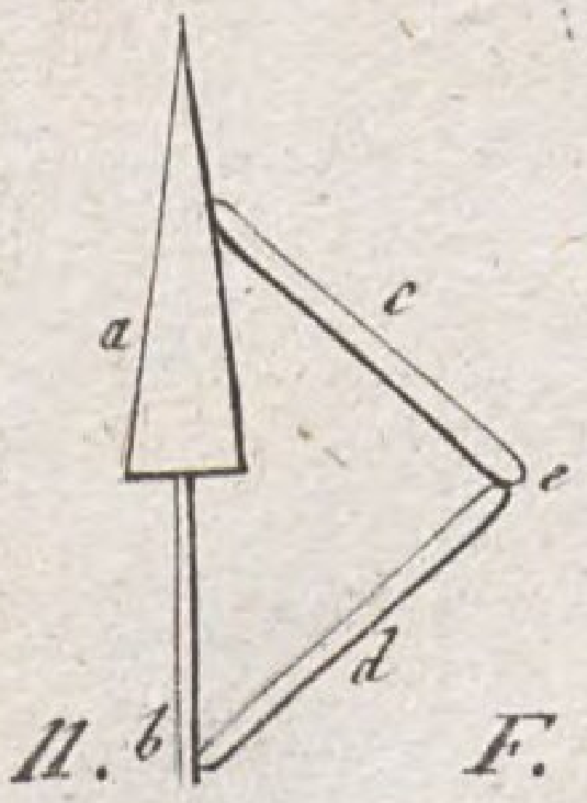
F. 3.



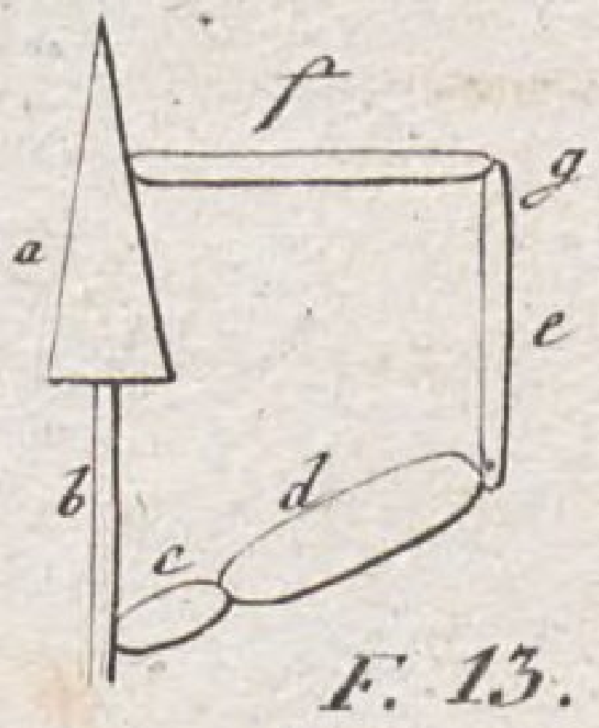
F. 4.



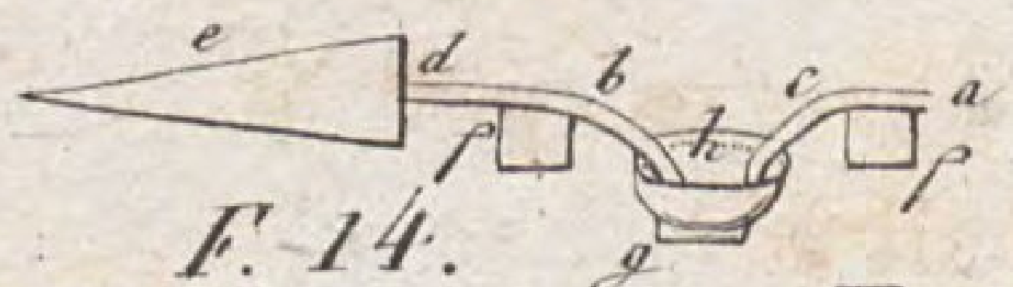
F. 5.



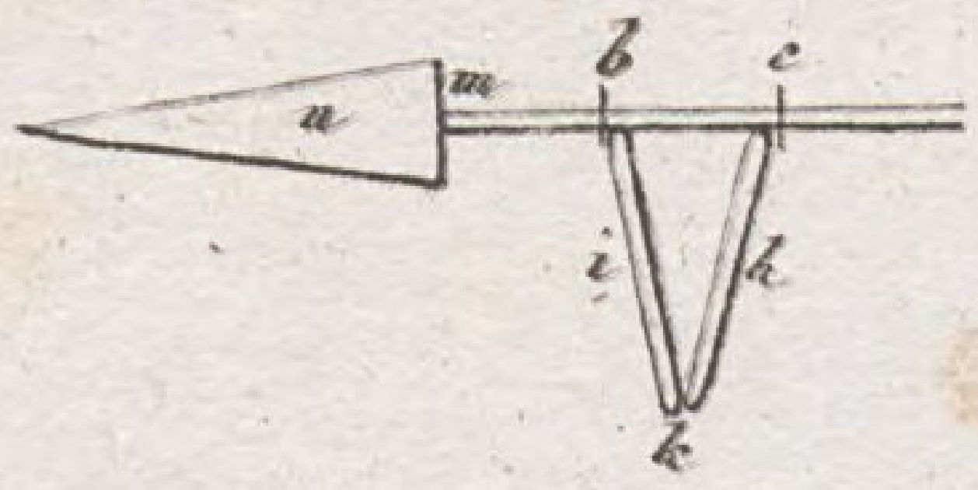
F. 6.



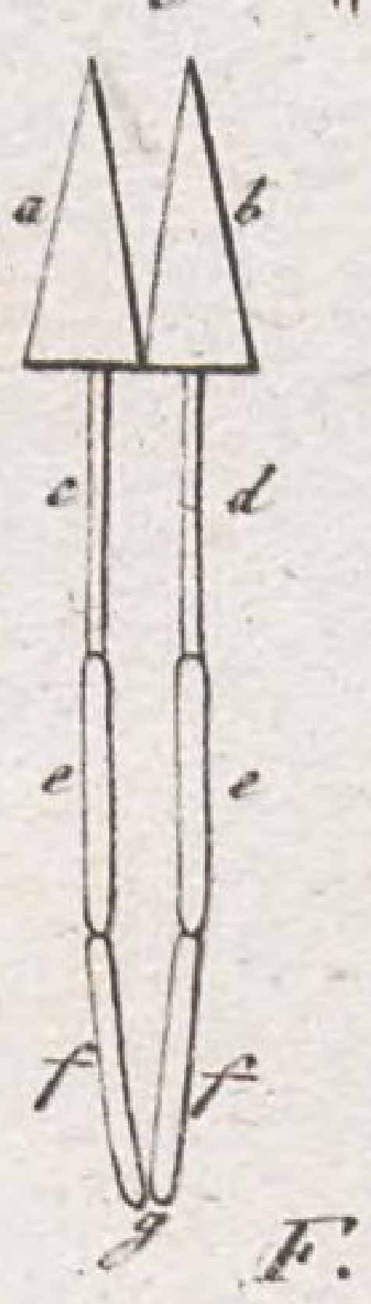
F. 7.



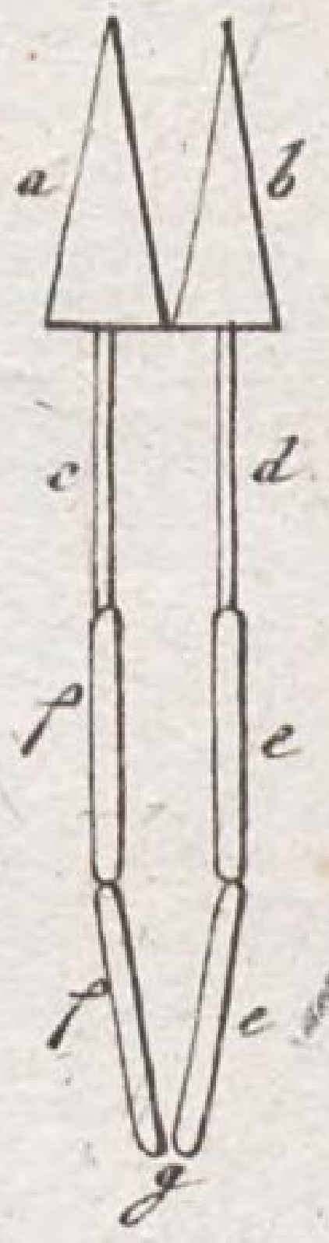
F. 8.



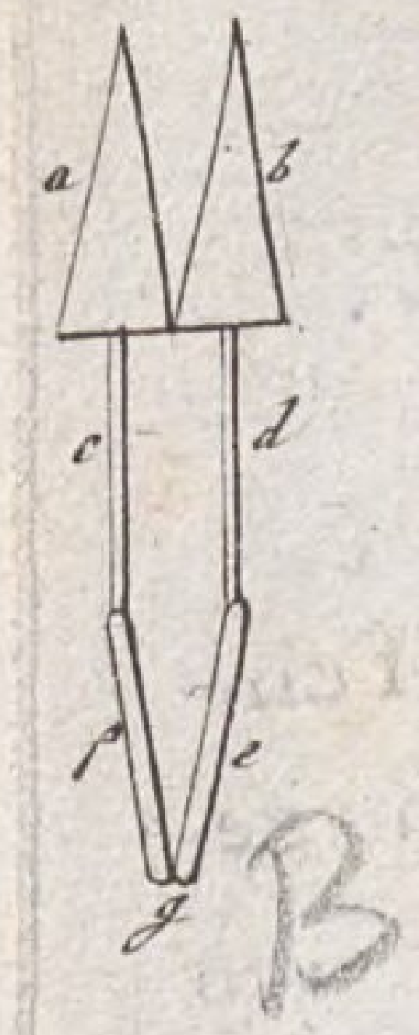
F. 9.



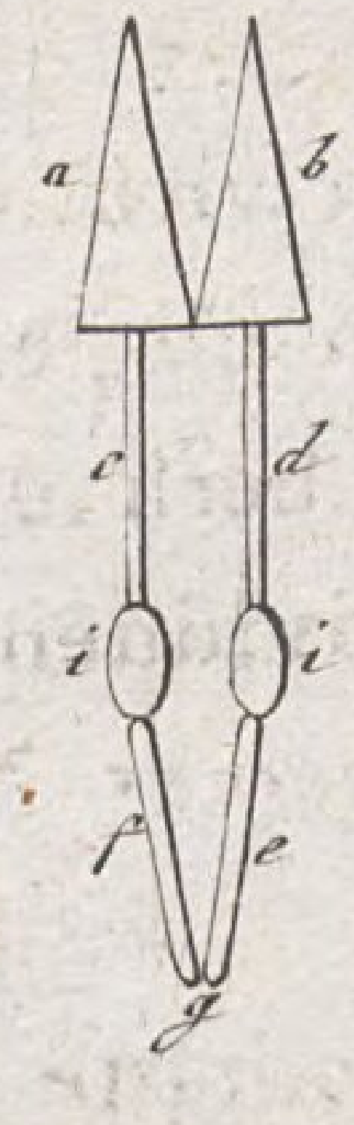
F. 10.



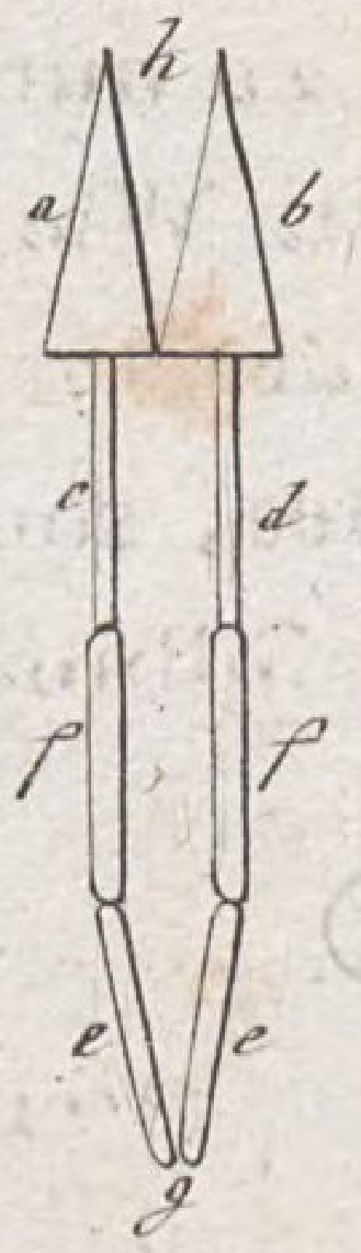
F. 11.



F. 12.



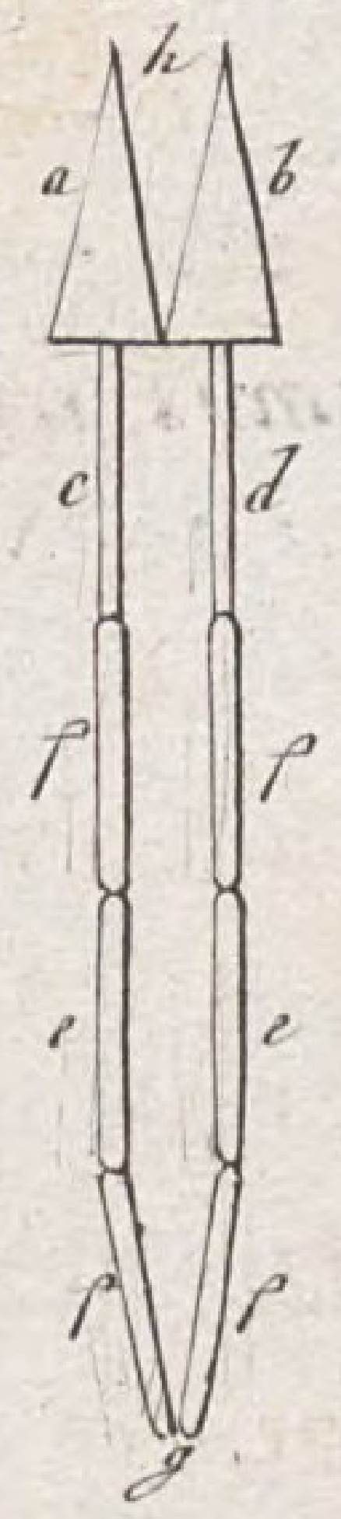
F. 13.


h
a
b
c
d
f
f
e
e
g

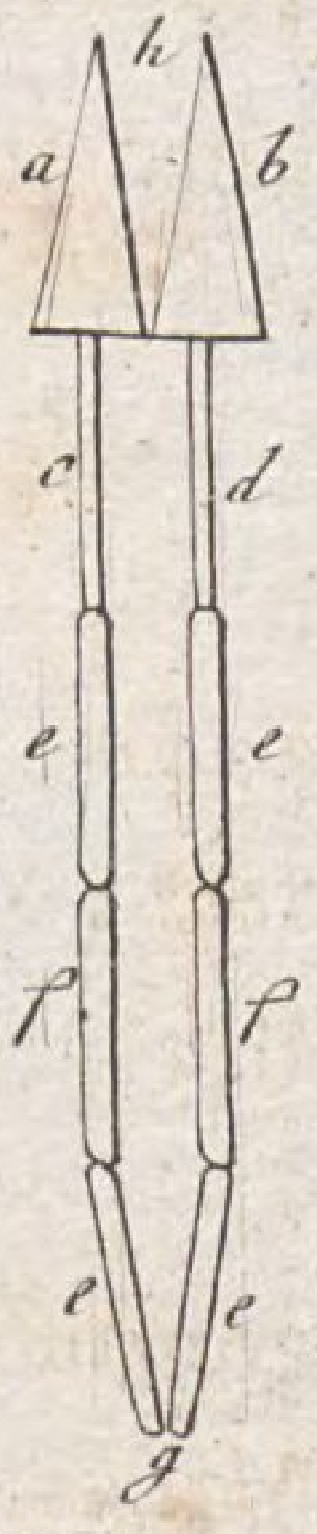
A B C

Mor

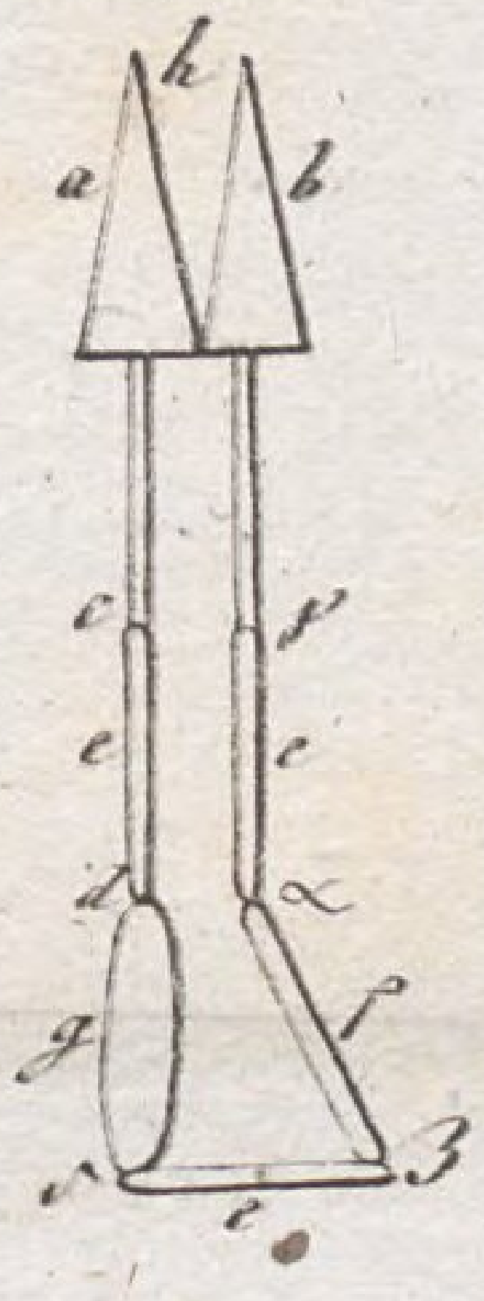
F. 14.


h
a
b
c
d
f
f
e
e
f
f
g

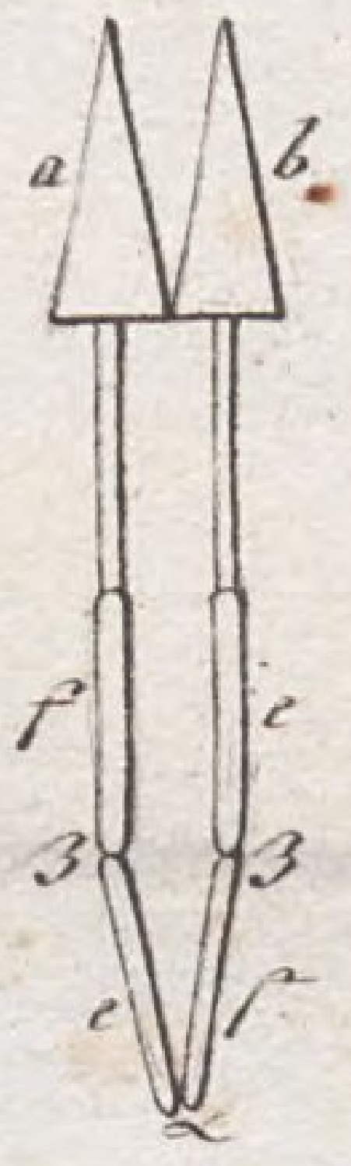
F. 15.


h
a
b
c
d
e
e
f
f
e
e
g

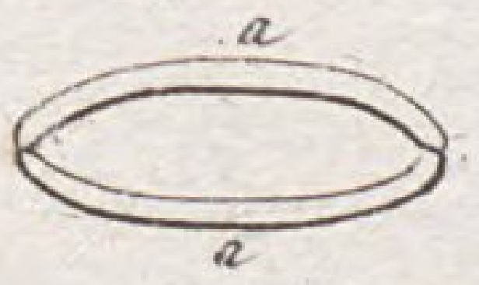
F. 16.


h
a
b
c
f
e
e
d
α
g
f
3
c

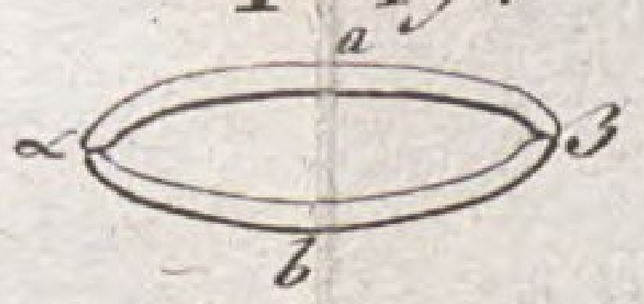
F. 17.



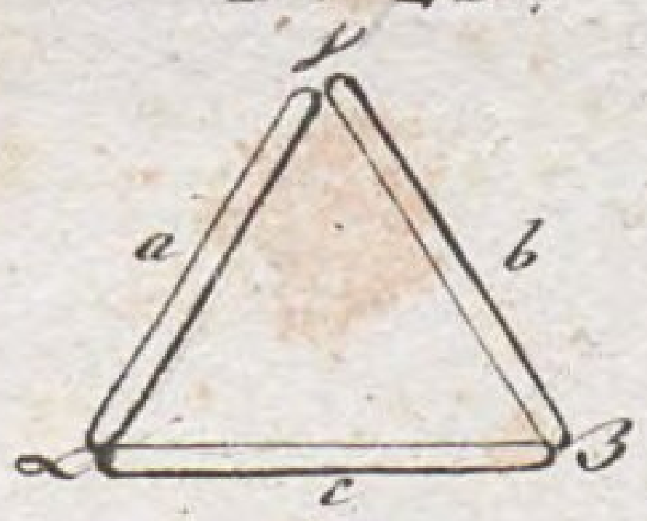
F. 18.



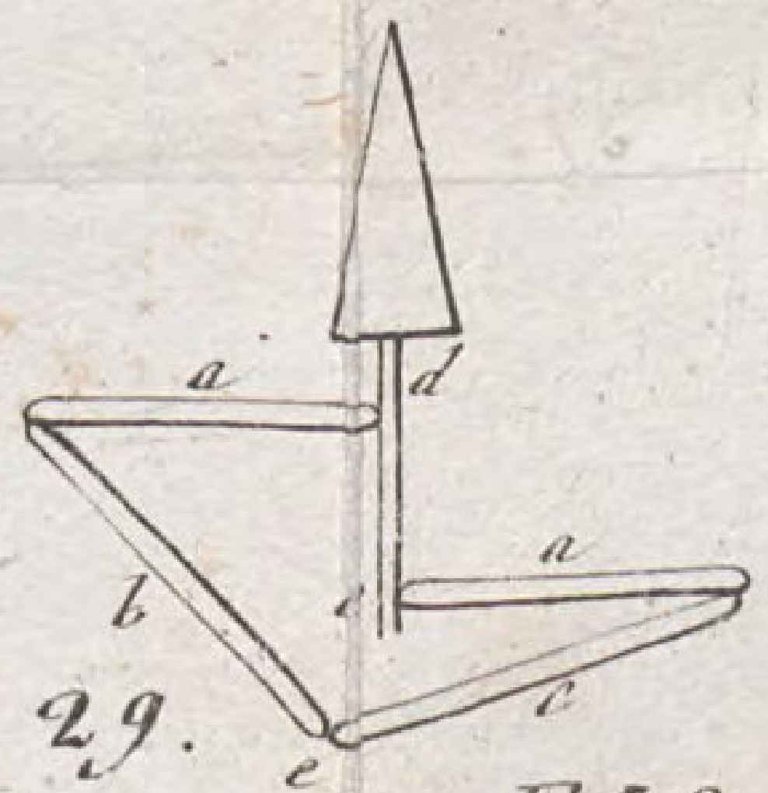
F. 19.



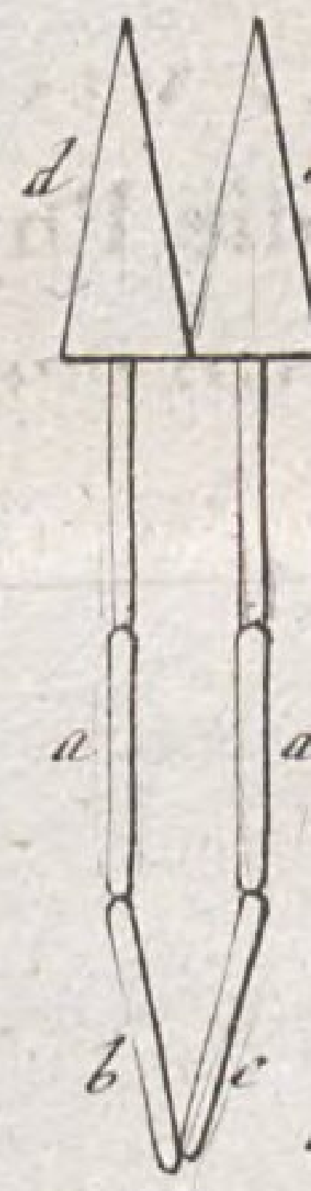
F. 20.



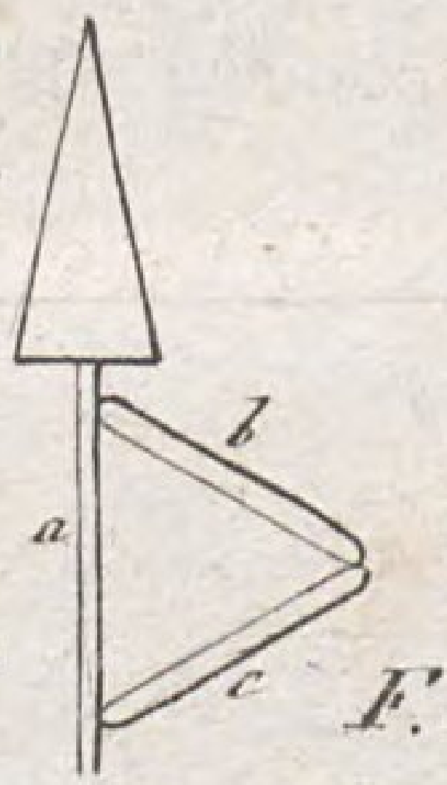
F. 21.



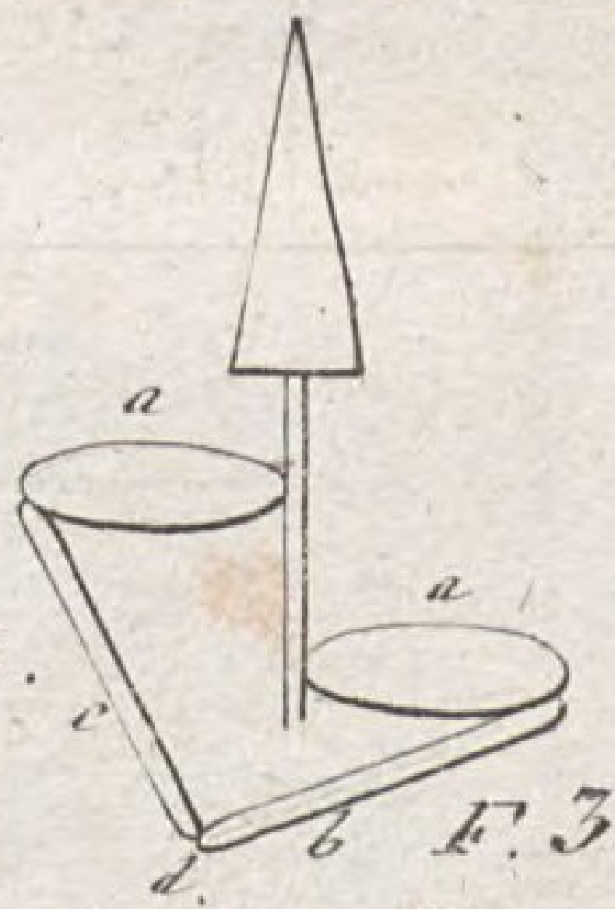
F. 22.



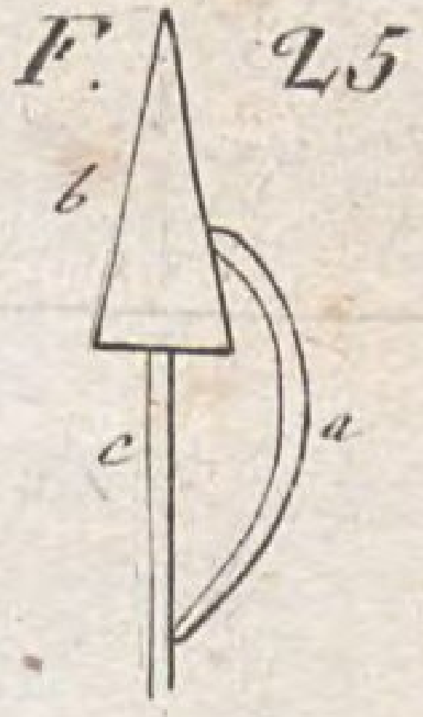
F. 23.



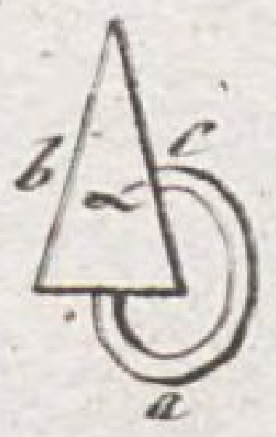
F. 24.



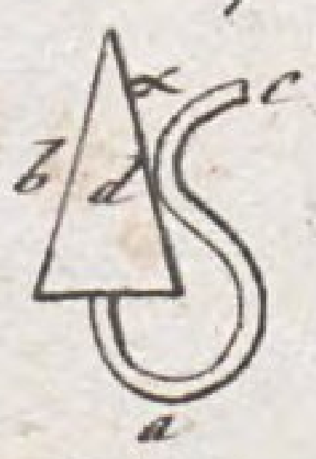
F. 25.



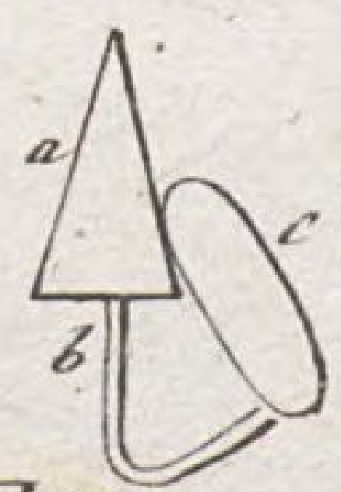
F. 26.



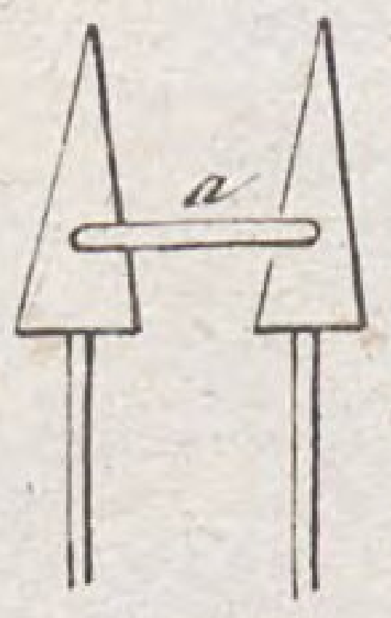
F. 27.



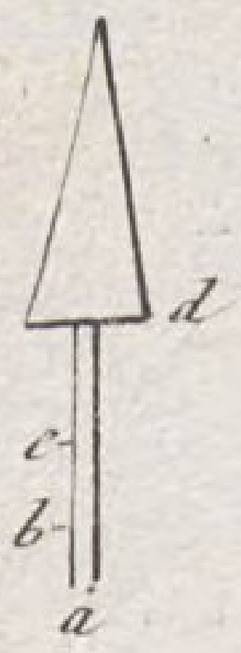
F. 28.



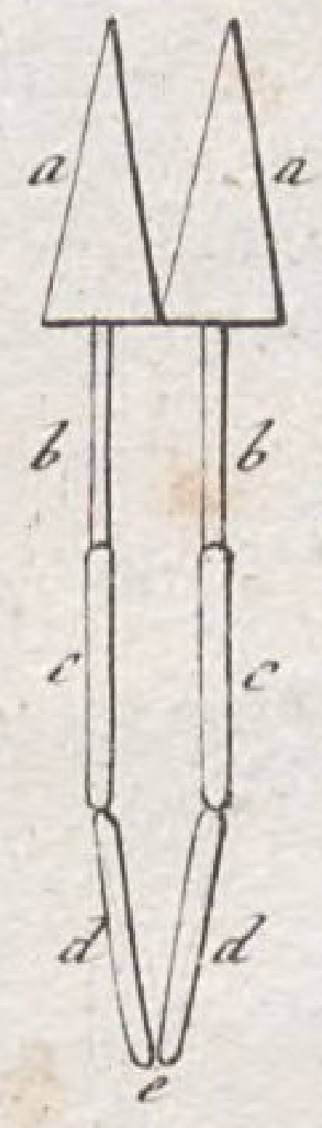
F. 29.



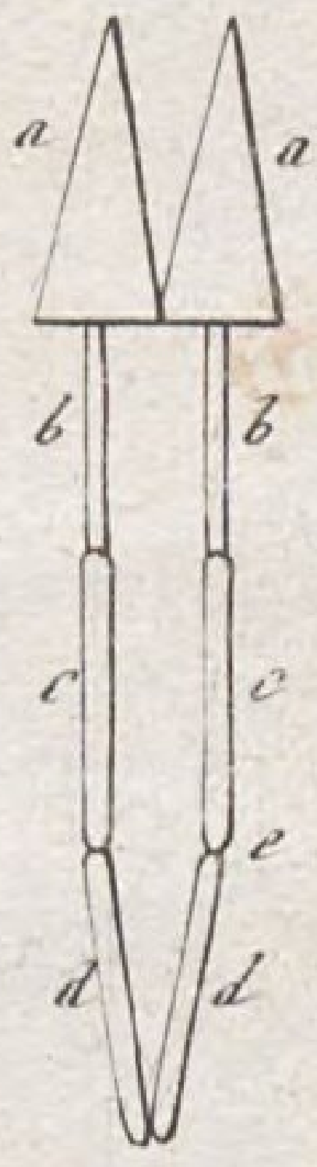
F. 30.



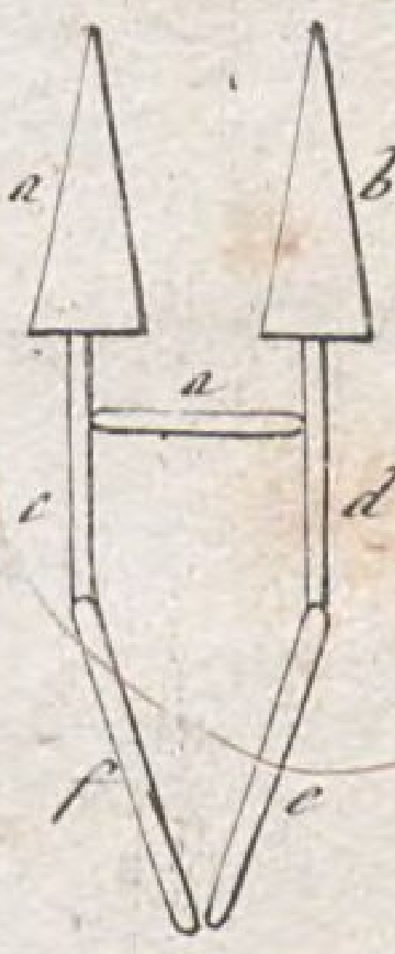
F. 31.



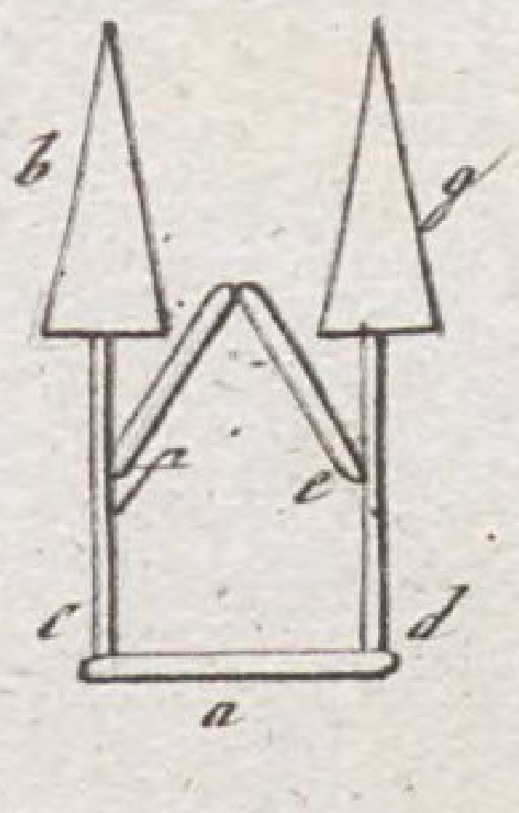
F. 32.



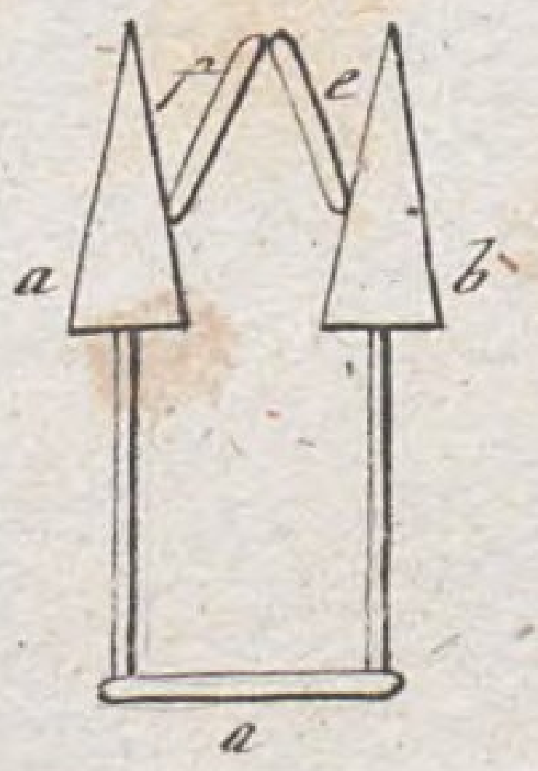
F. 33.



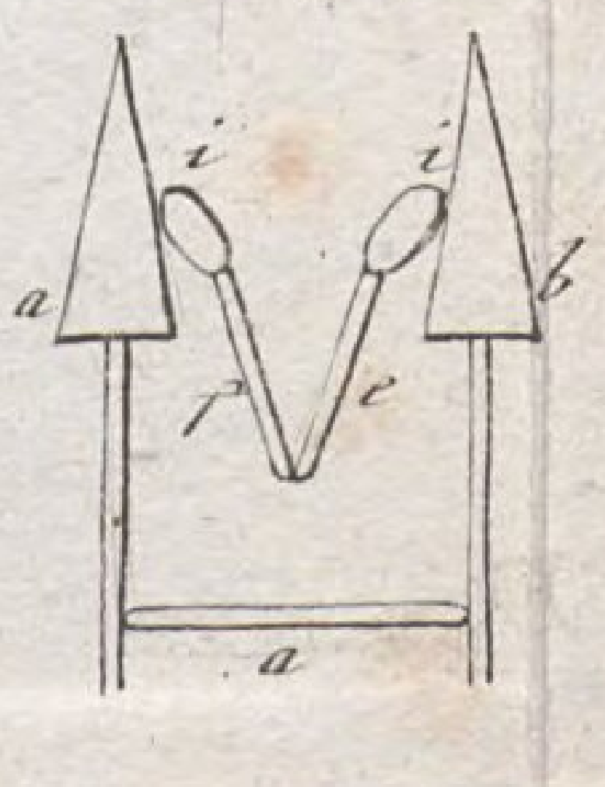
F. 34.



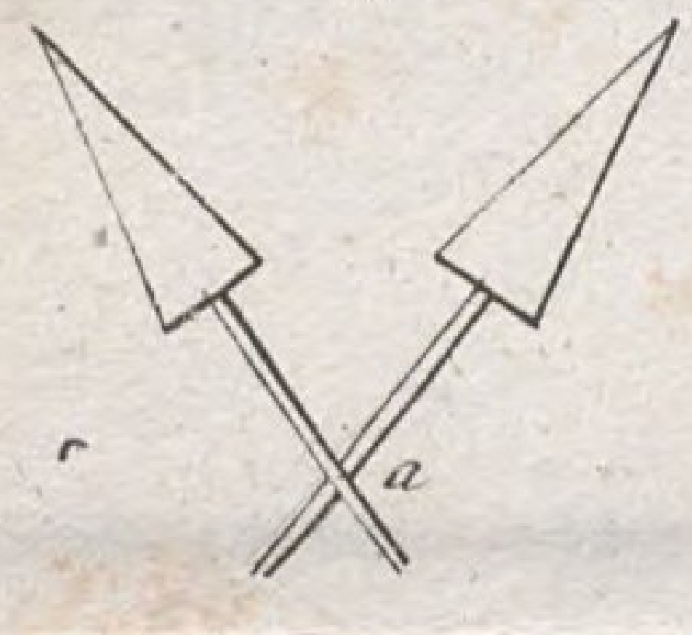
F. 35.



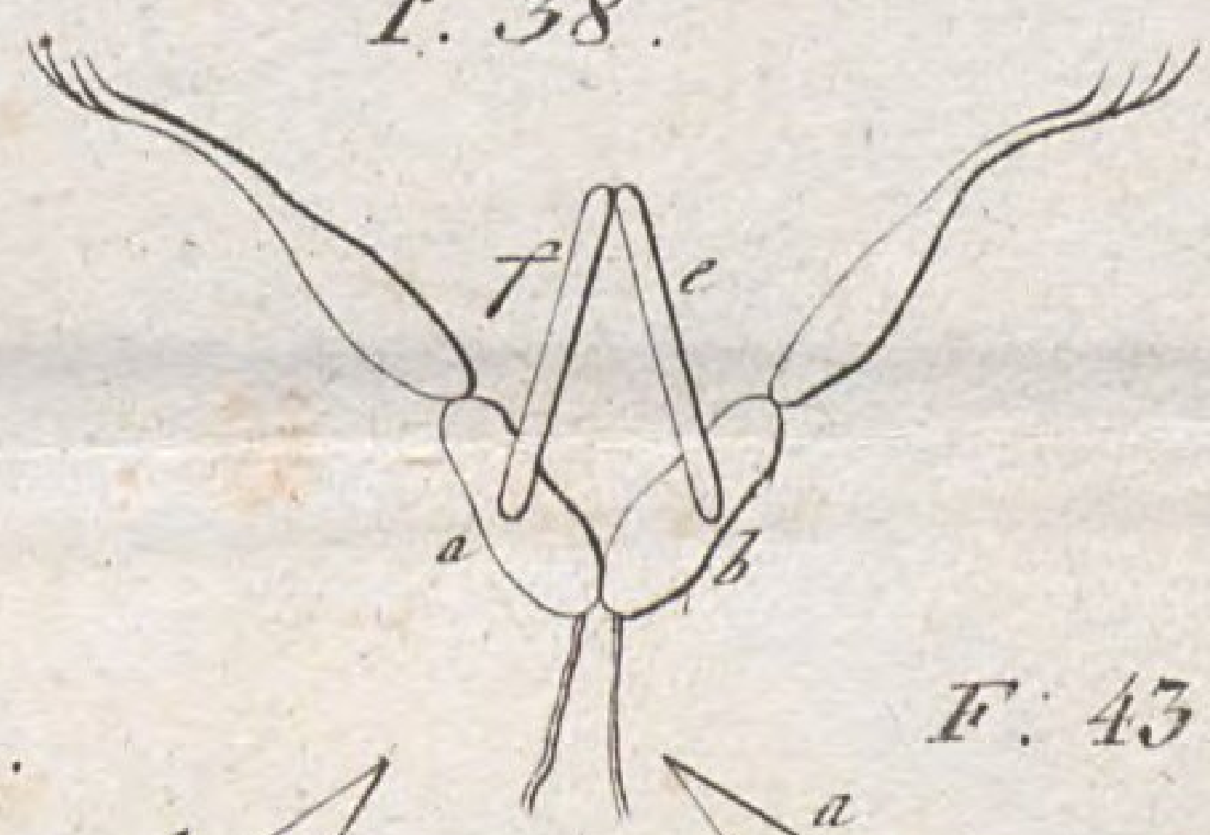
F. 36.



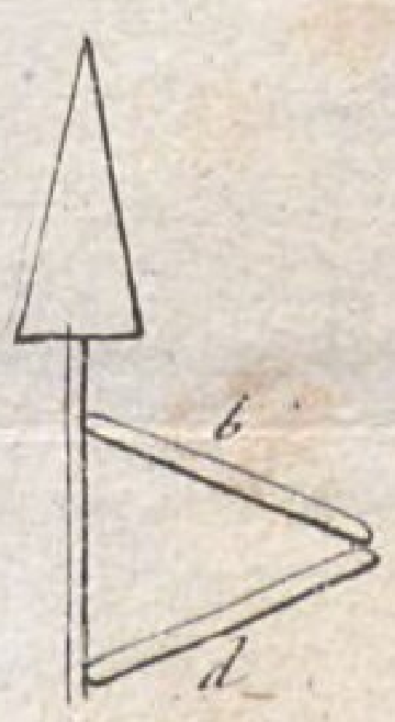
F. 37.



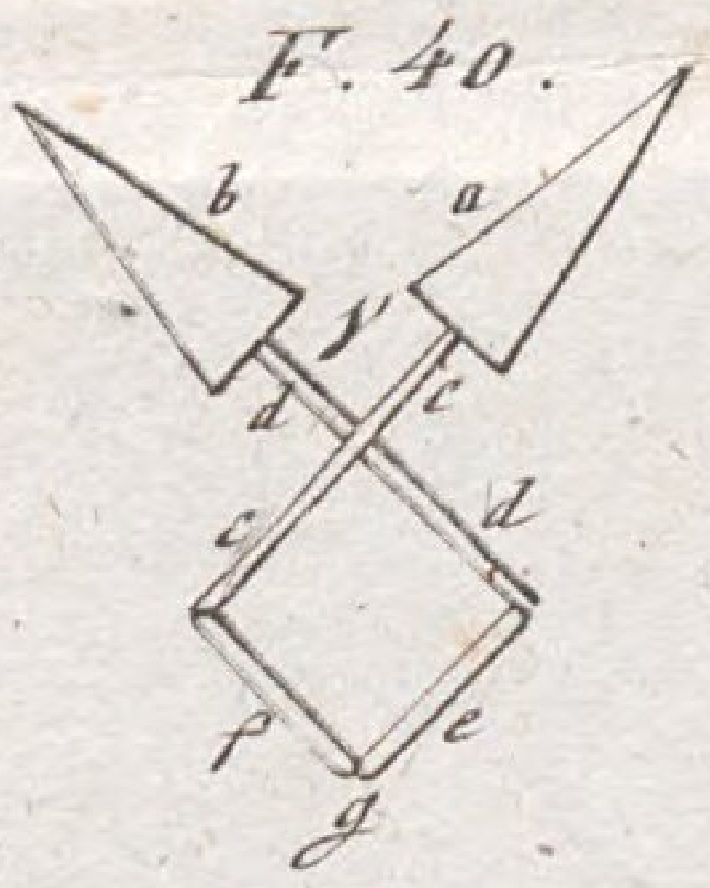
F. 38.



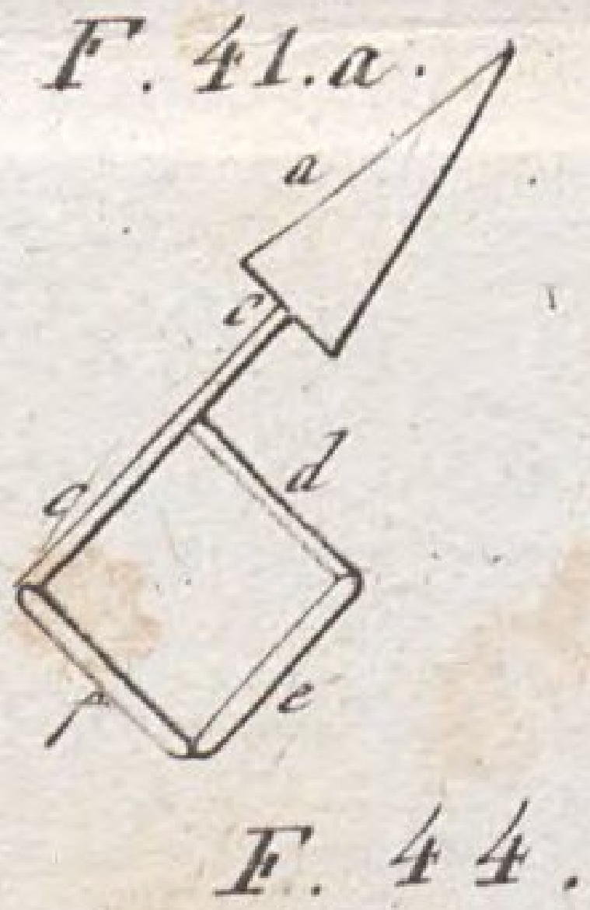
F. 39.



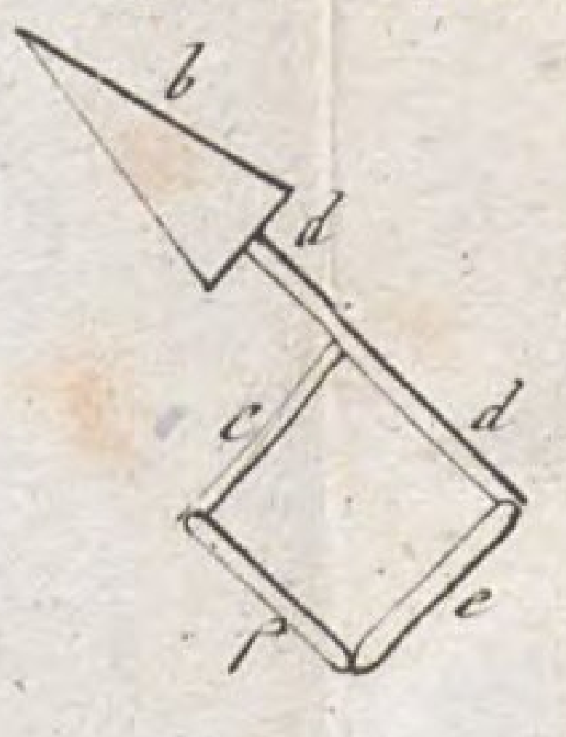
F. 40.


b
a
y
d
c
c
d
f
e
g

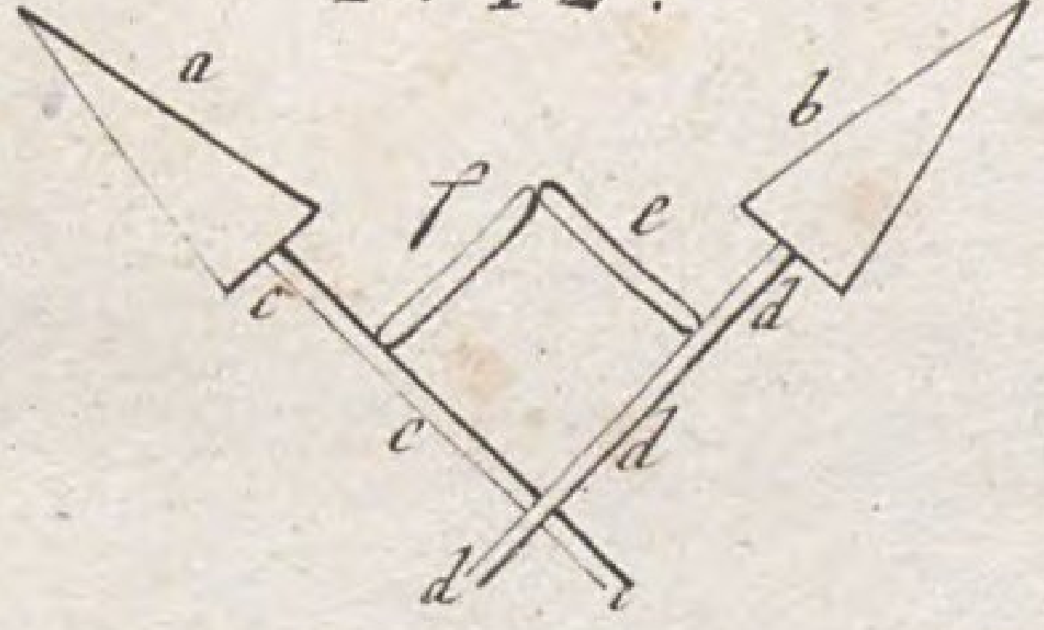
F. 41.a.



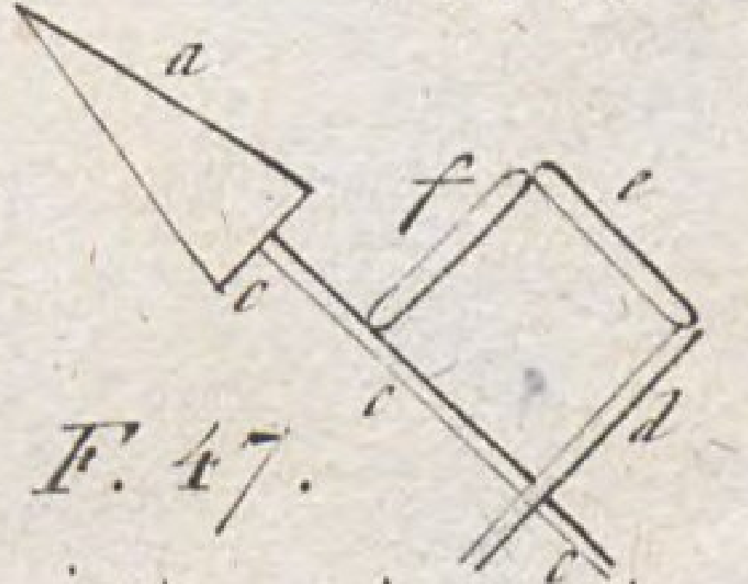
F. 41.b.



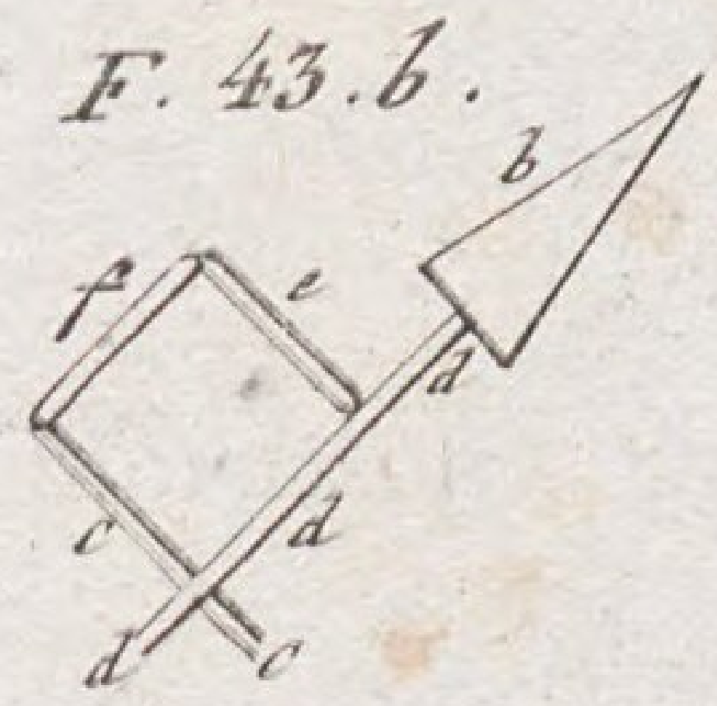
F. 42.



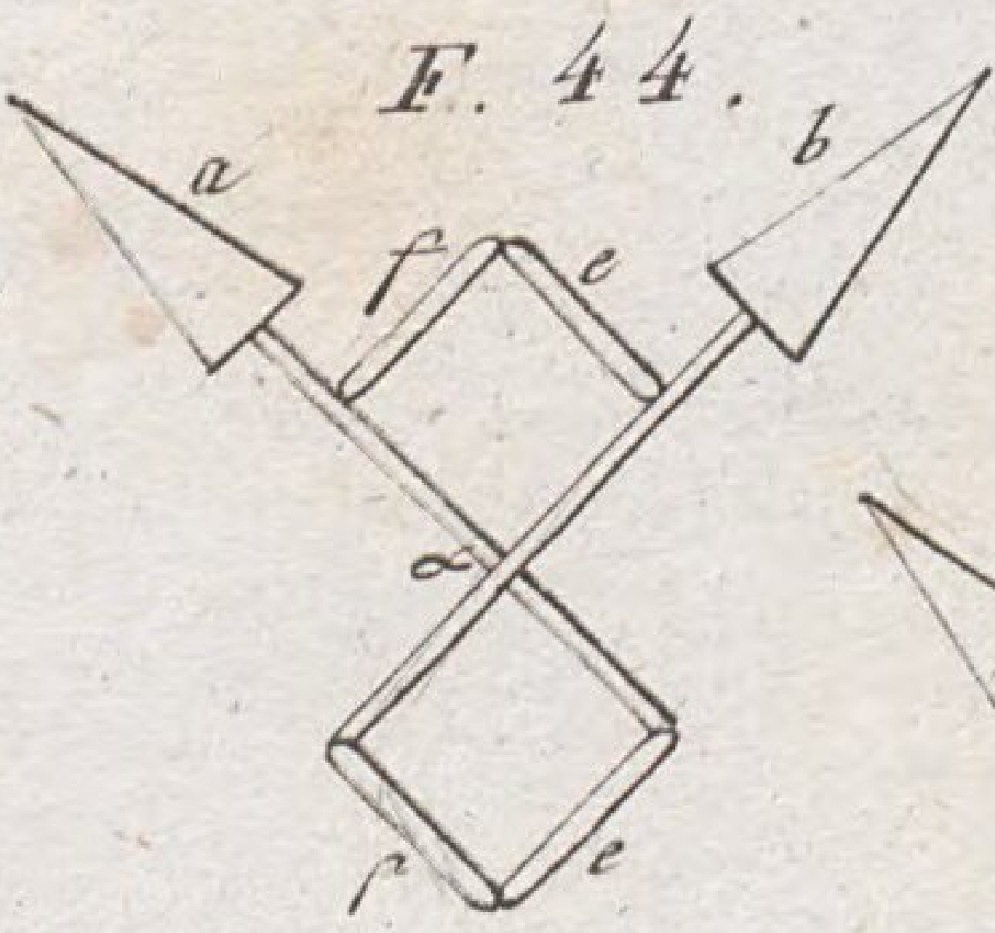
F. 43.a.



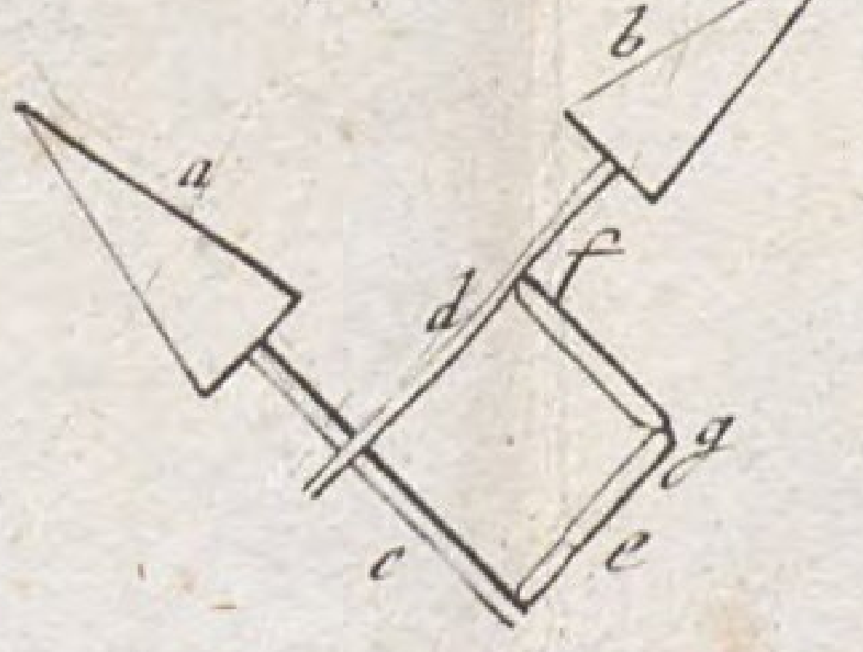
F. 43.b.



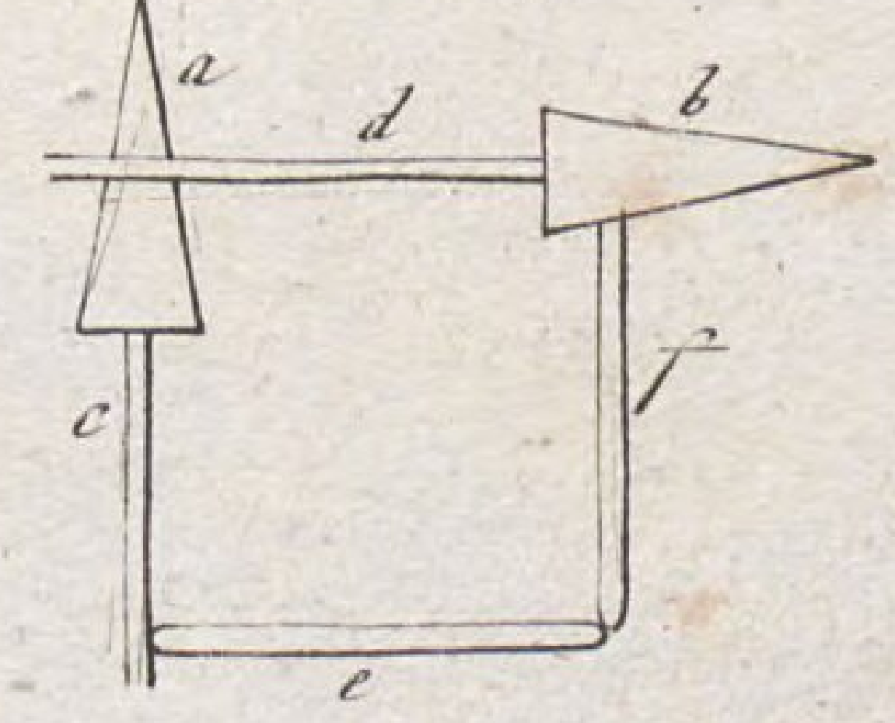
F. 44.



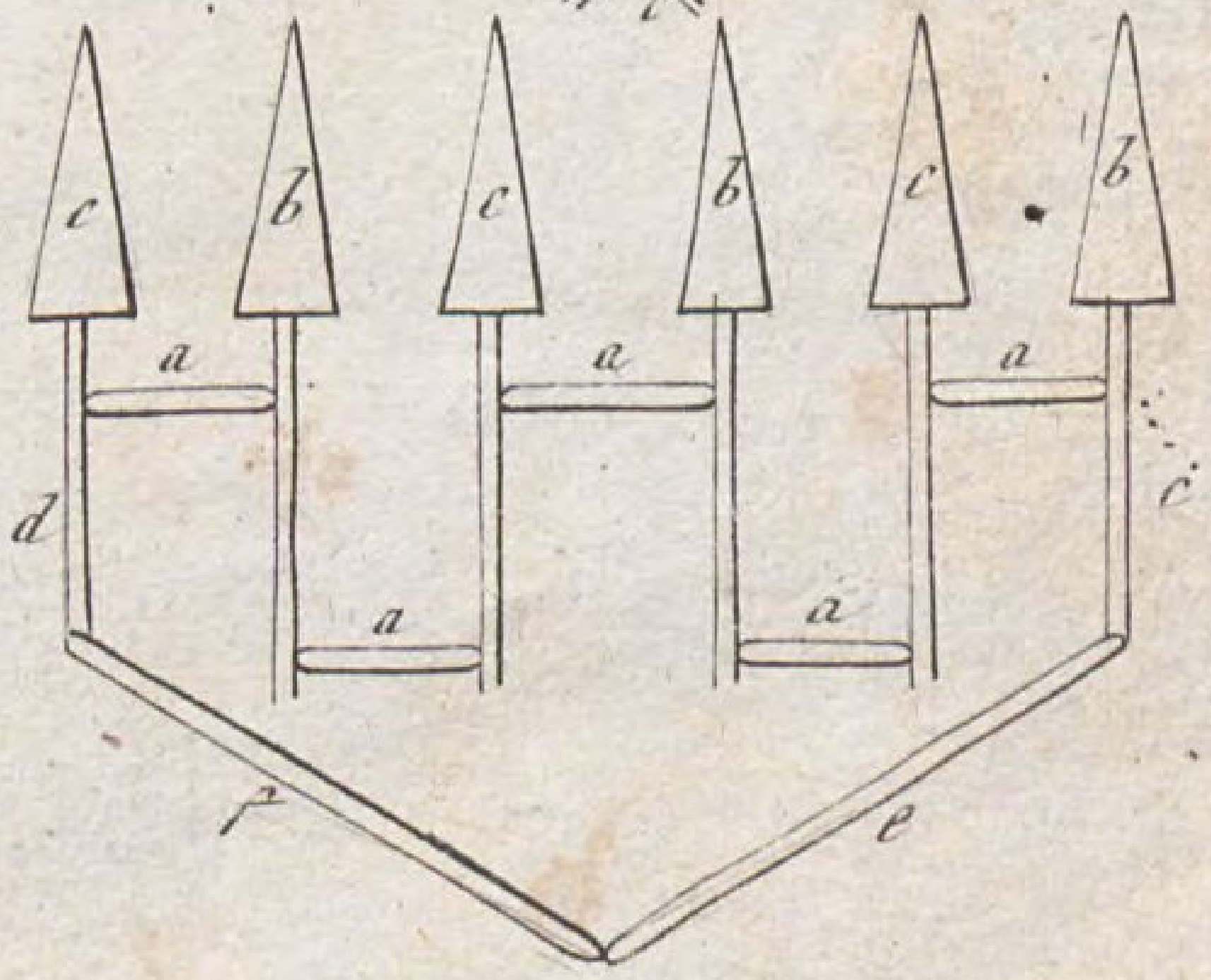
F. 45.



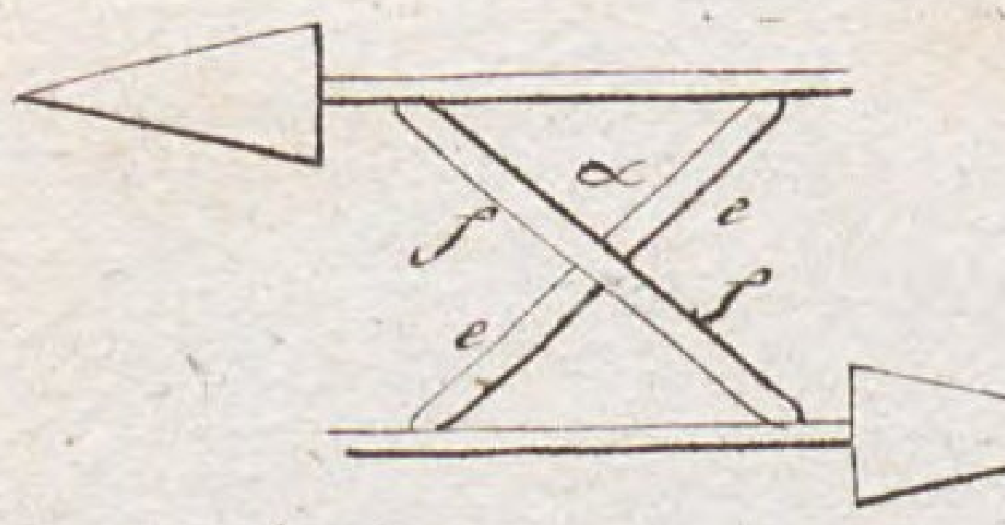
F. 46.



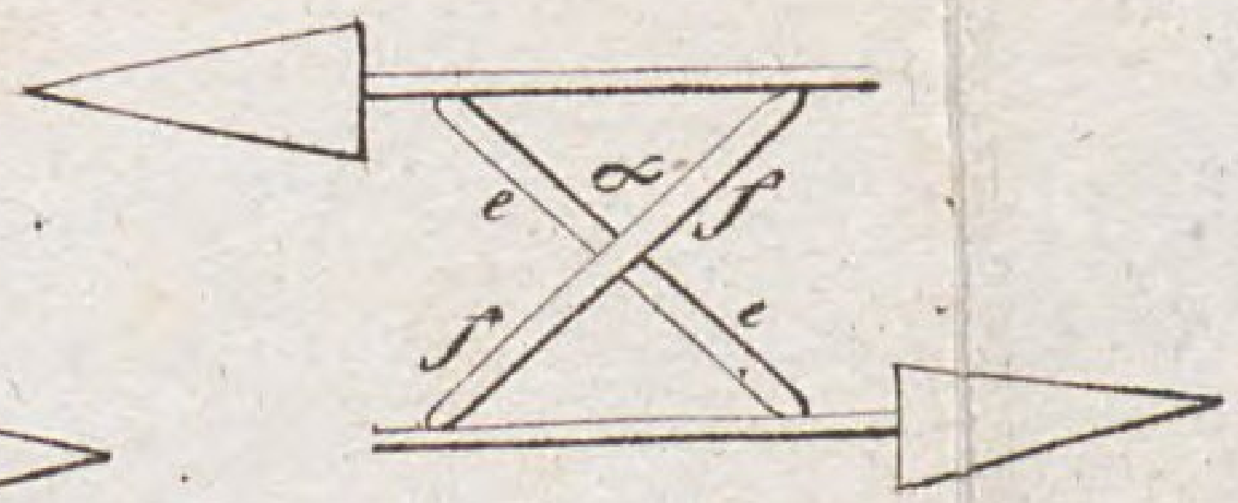
F. 47.


c
b
c
b
c
b
a
a
a
d
c
a
a
f
e

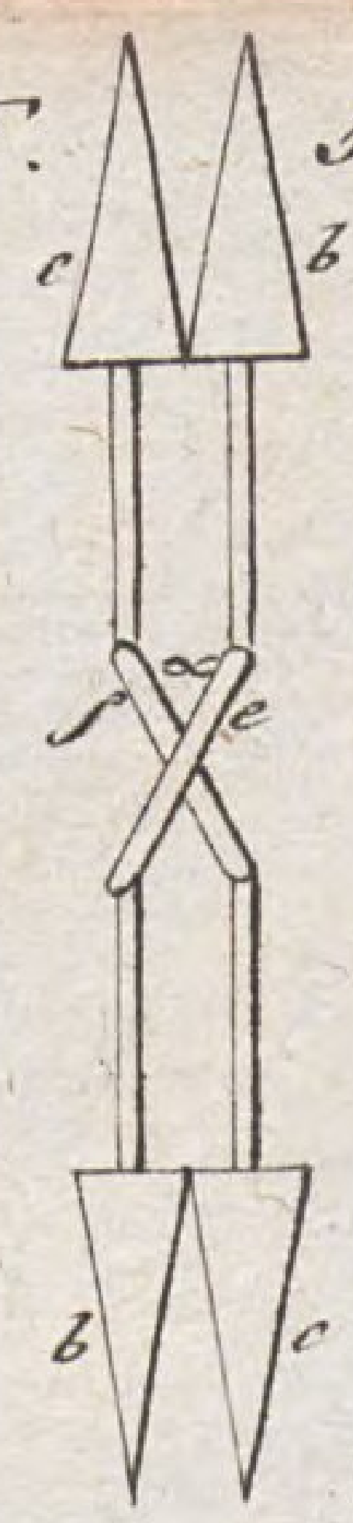
F. 48.



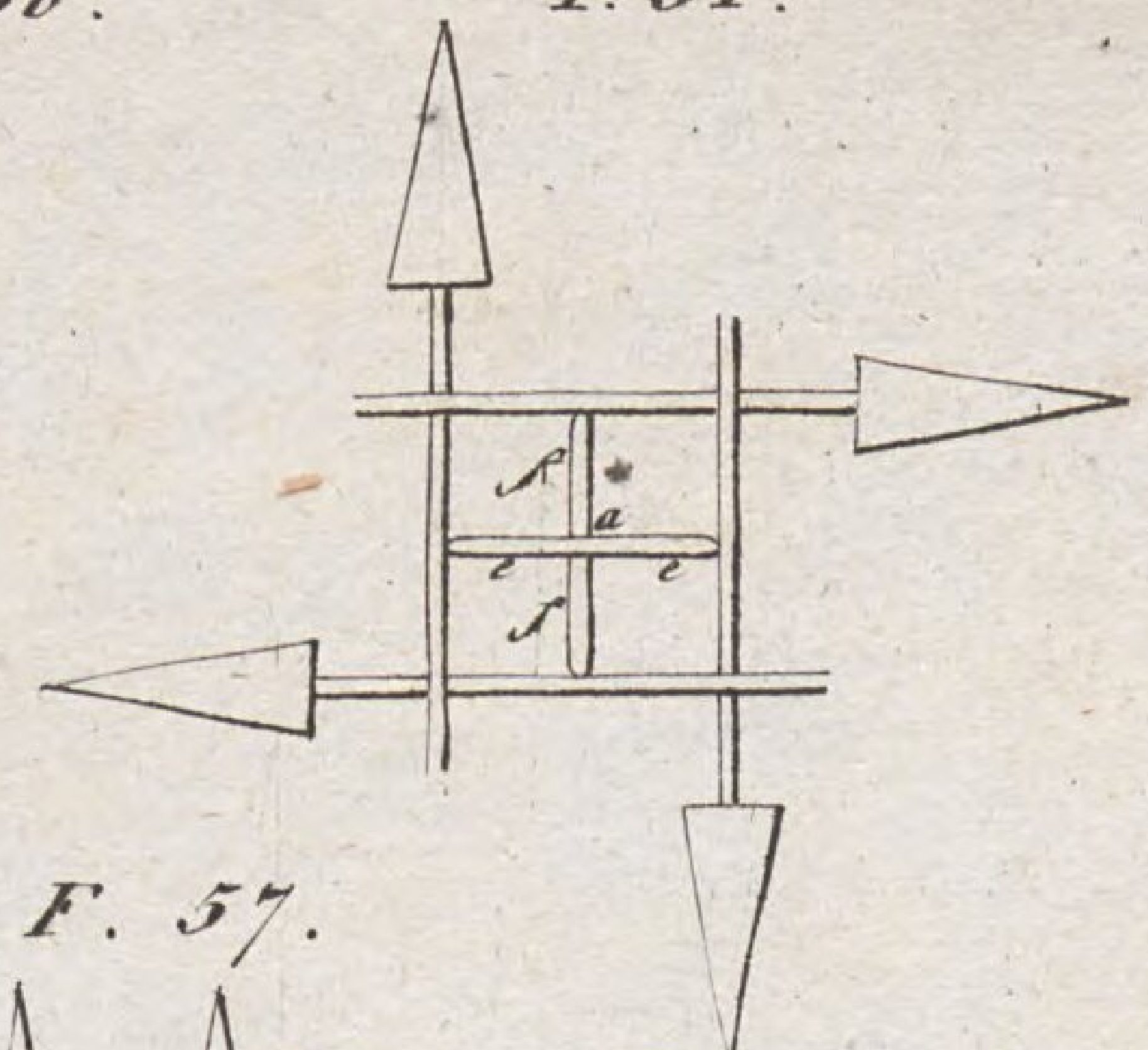
F. 49.



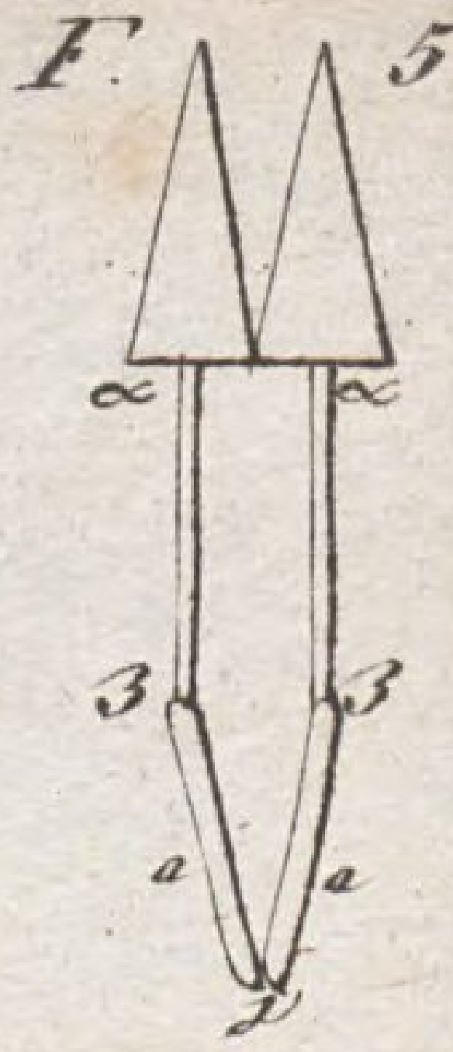
F. 50.



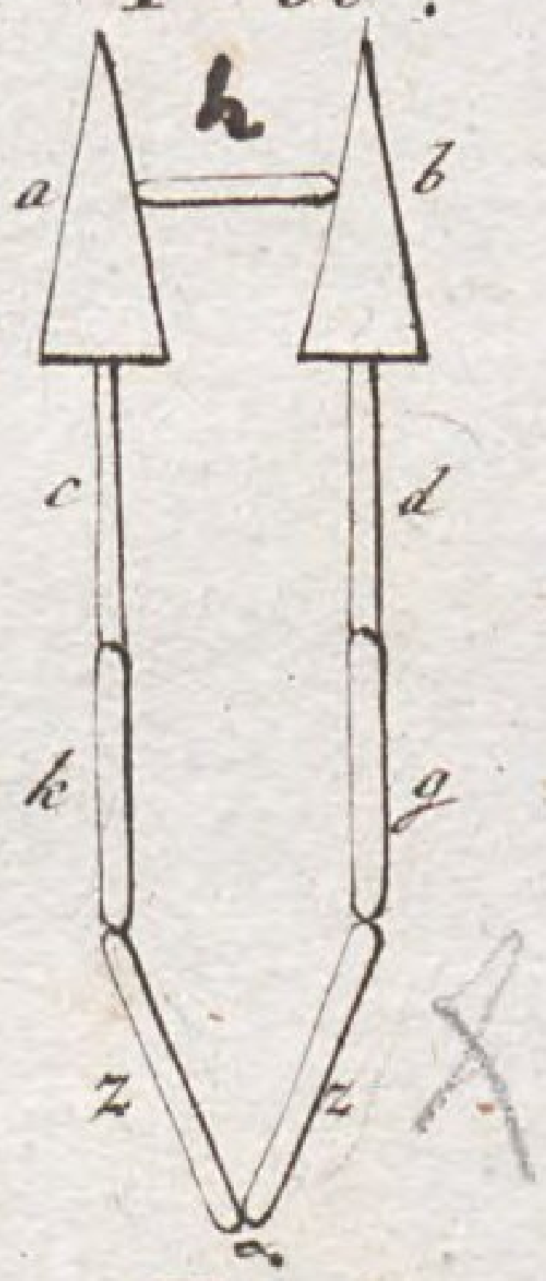
F. 51.



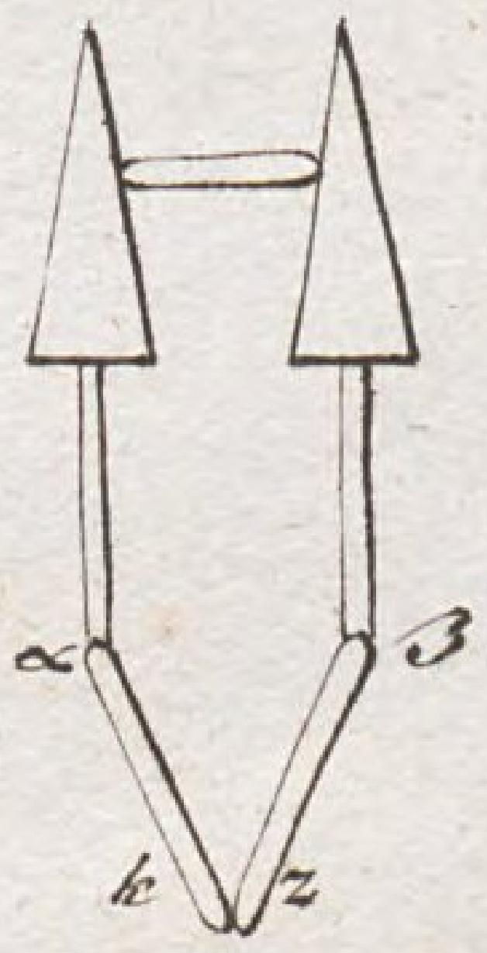
F. 52.



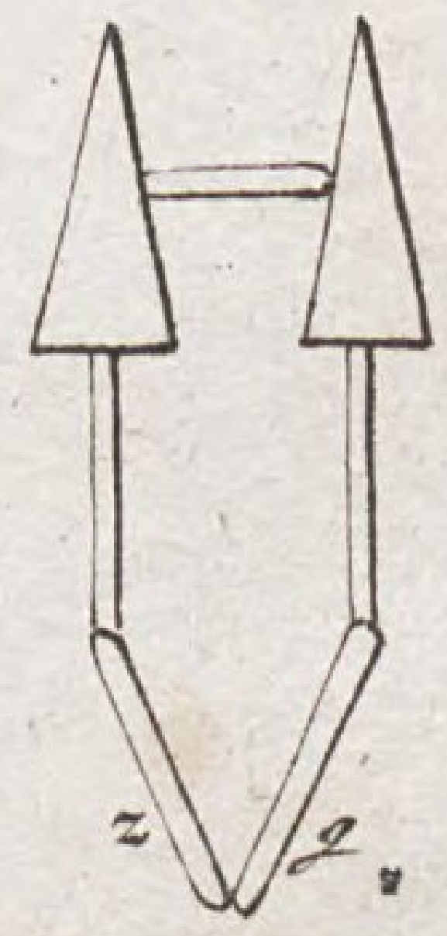
F. 53.



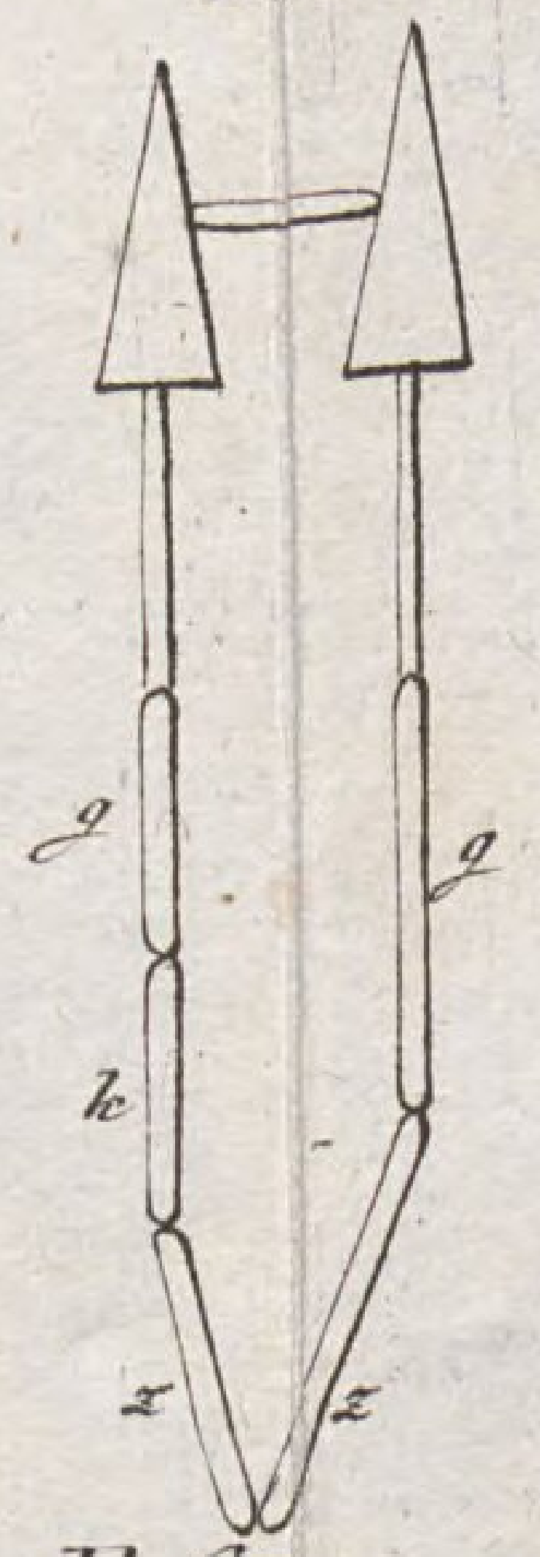
F. 54.



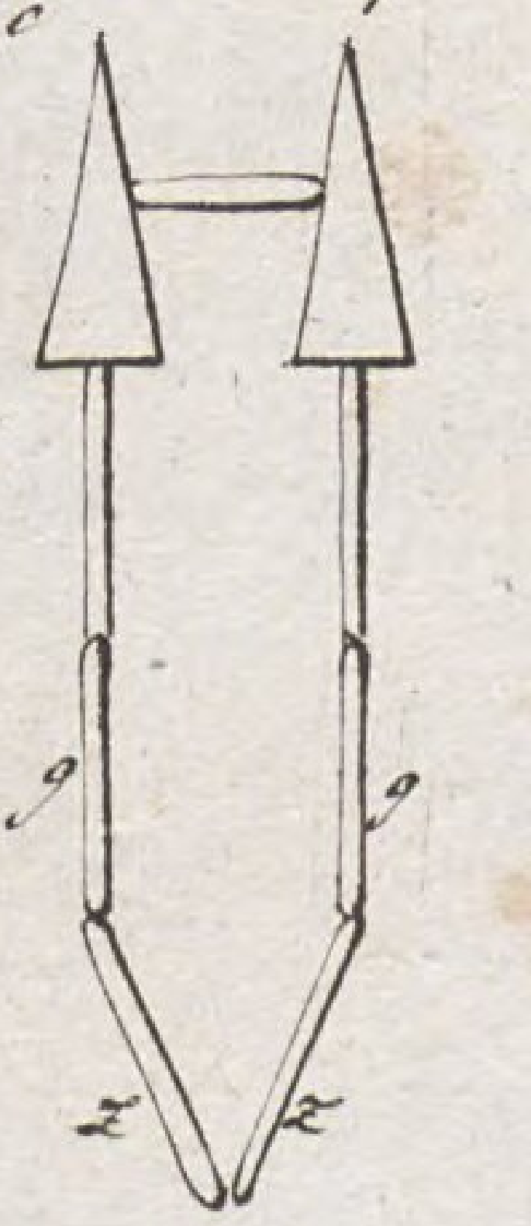
F. 55.



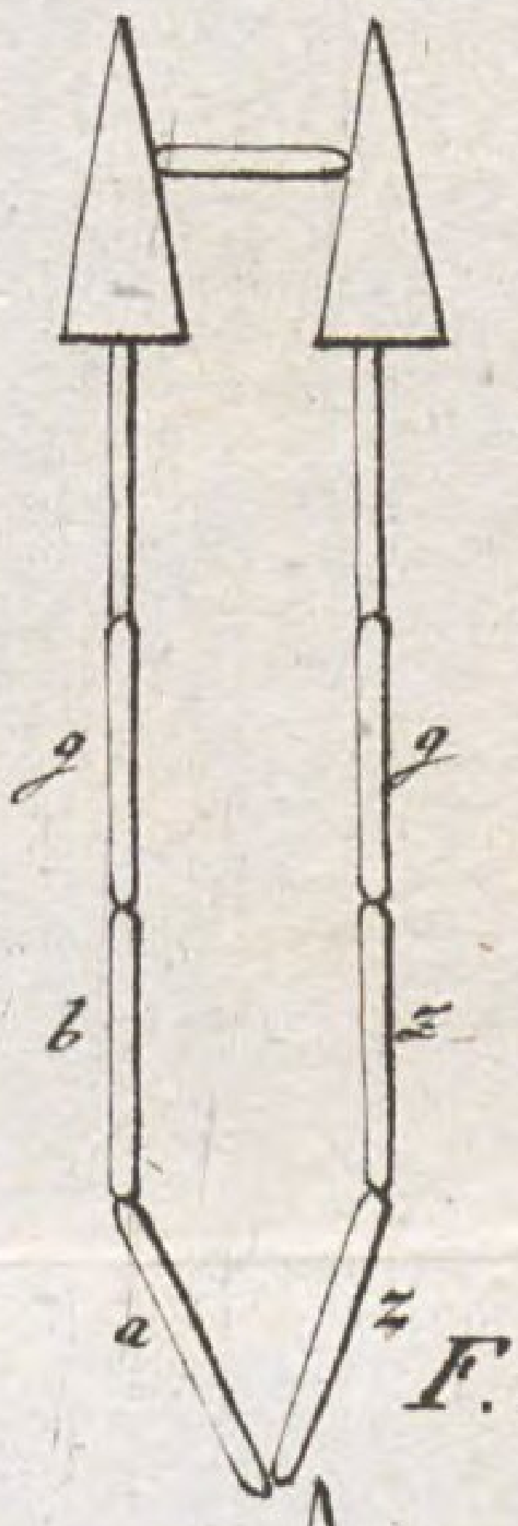
F. 56.



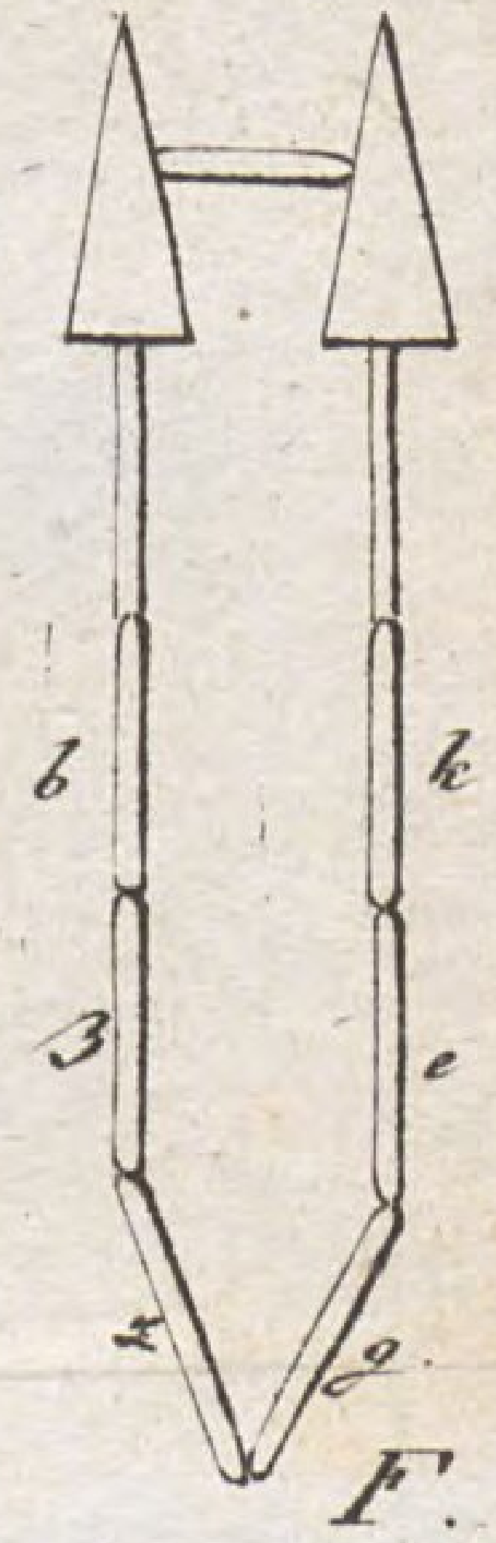
F. 57.



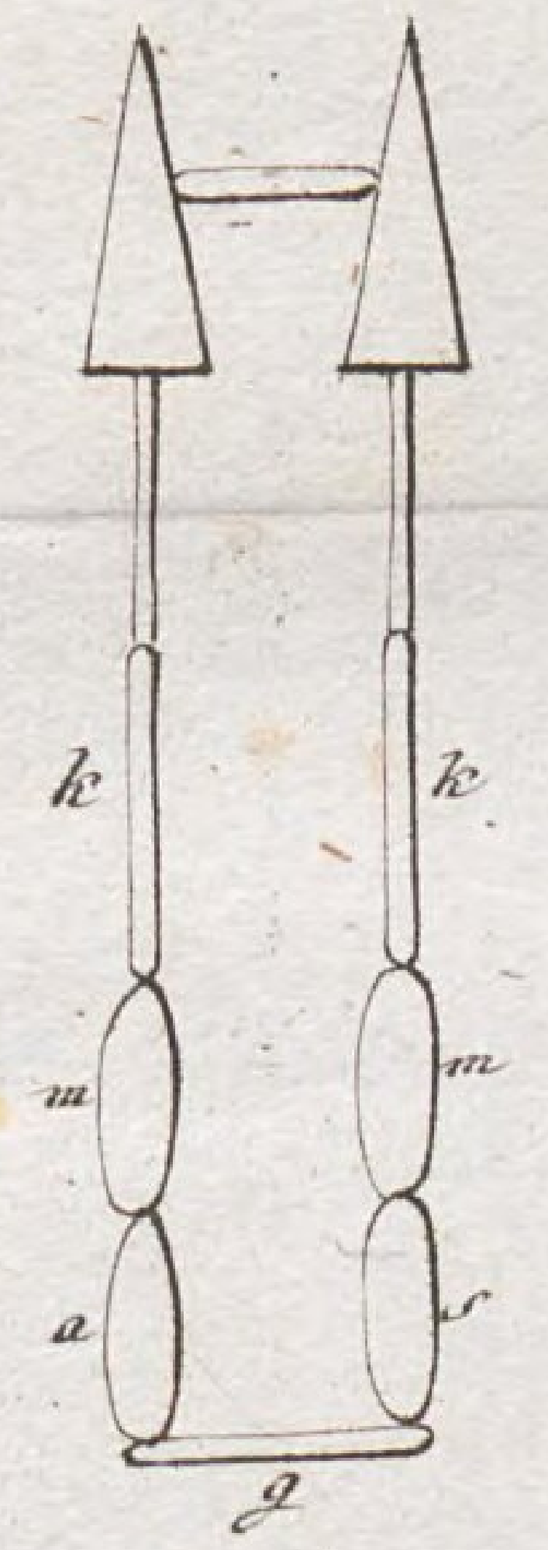
F. 58.



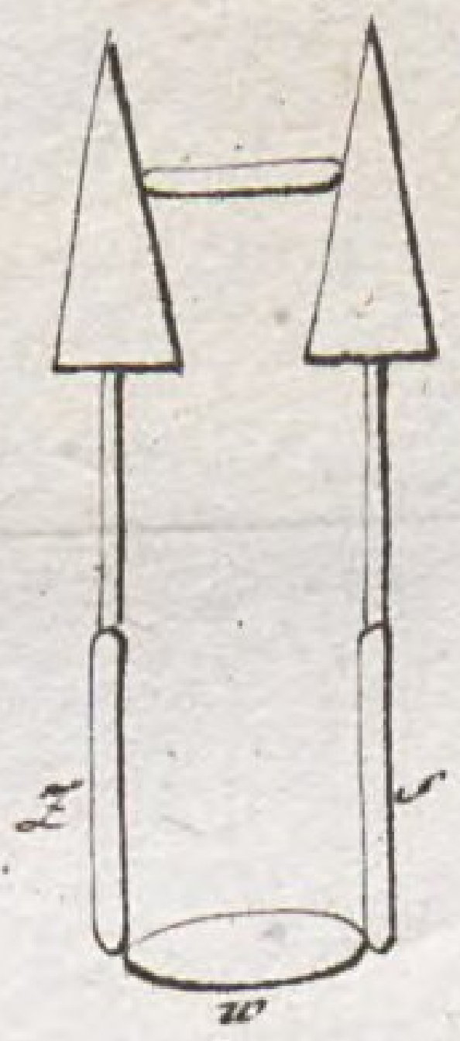
F. 59.



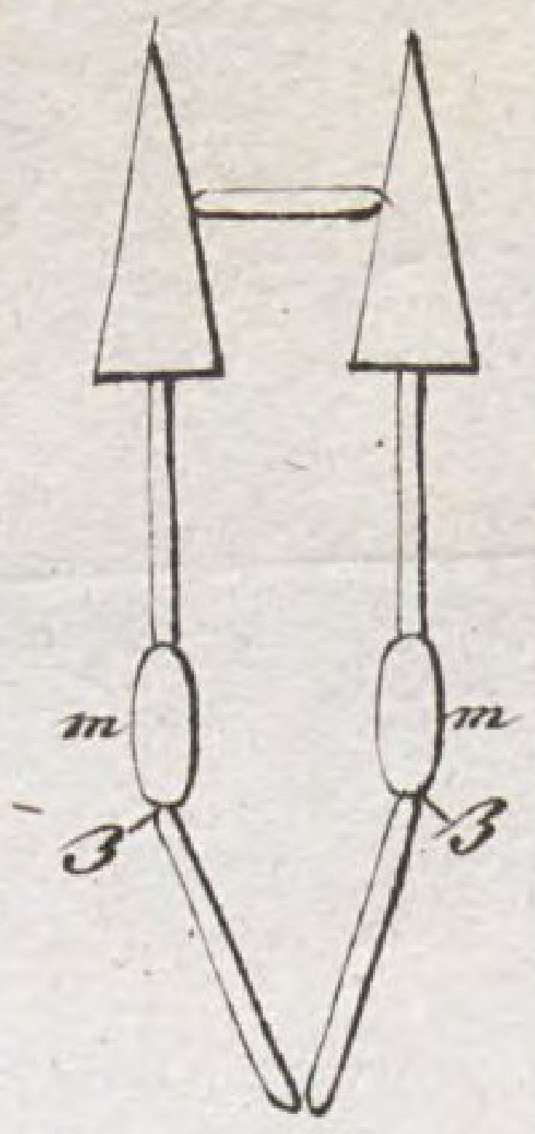
F. 60.



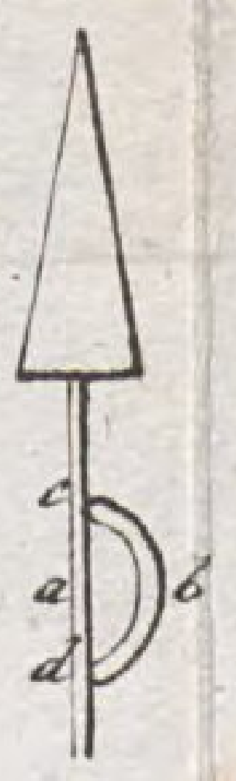
F. 61.



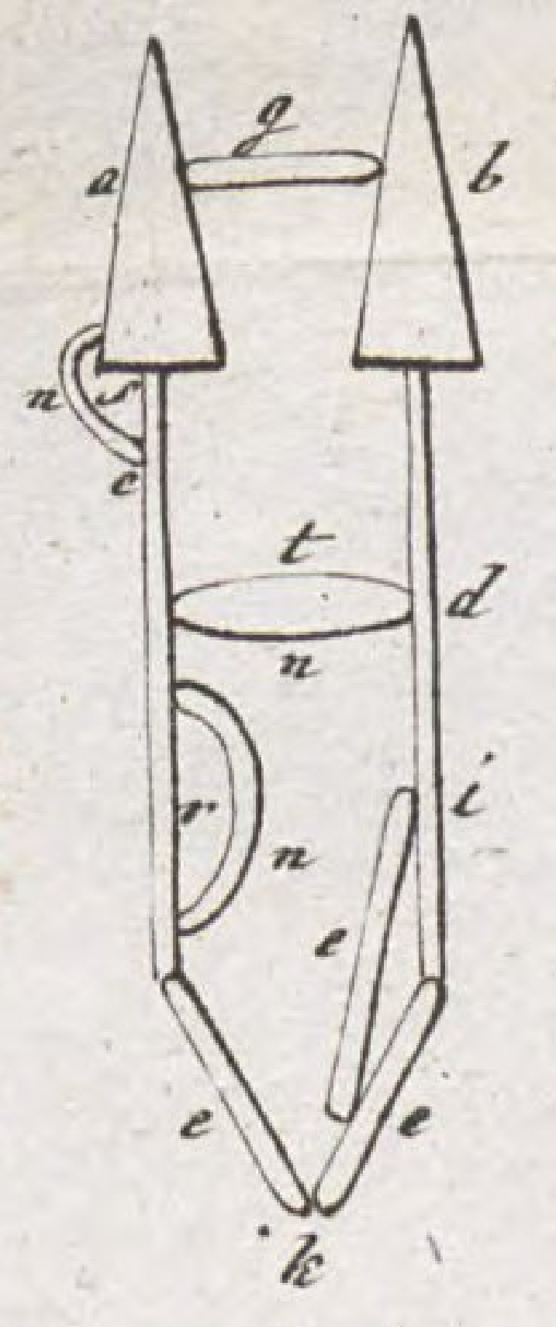
F. 62.



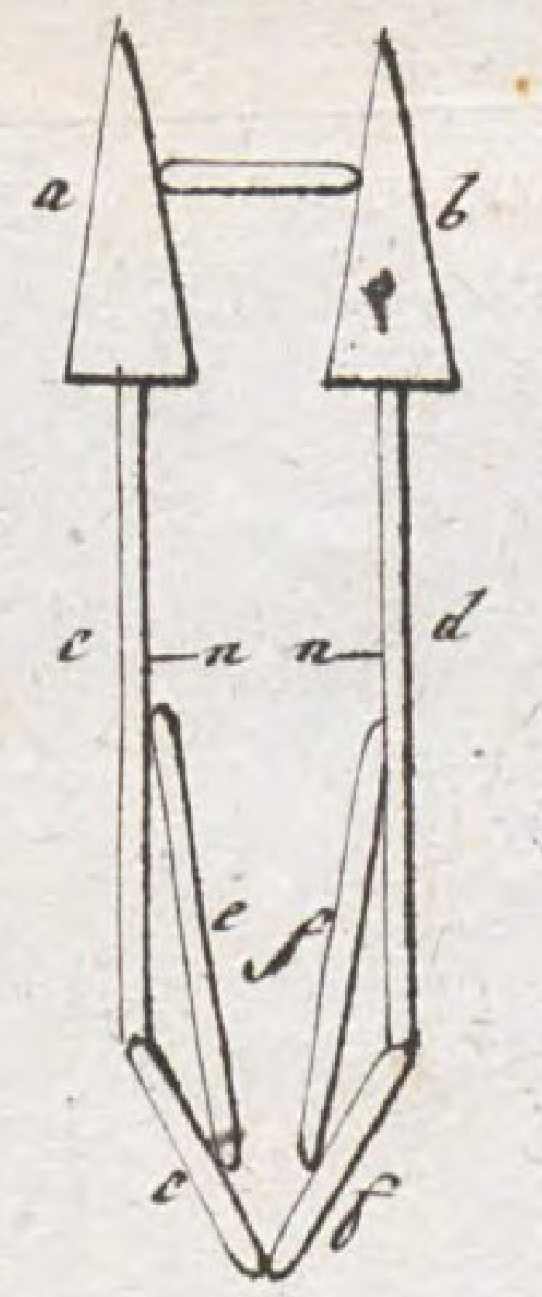
F. 63.



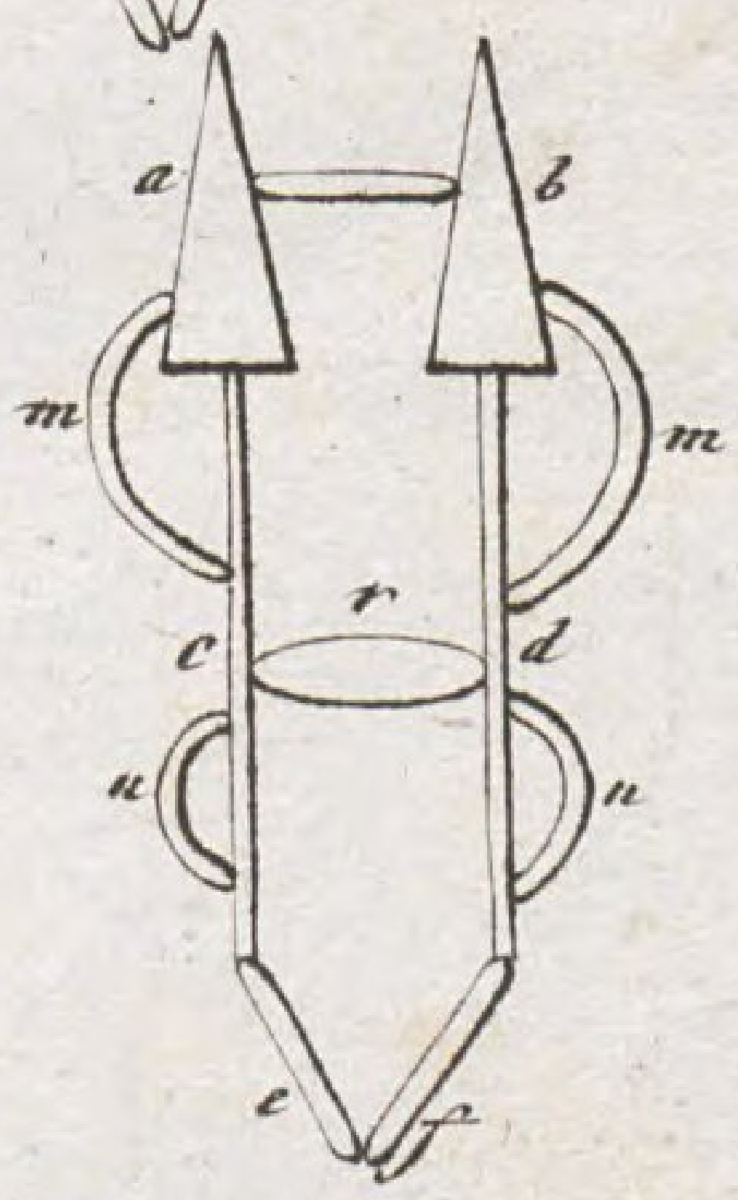
F. 64.


g
a
b
n
e
t
d
n
r
i
n
e
e
e
k

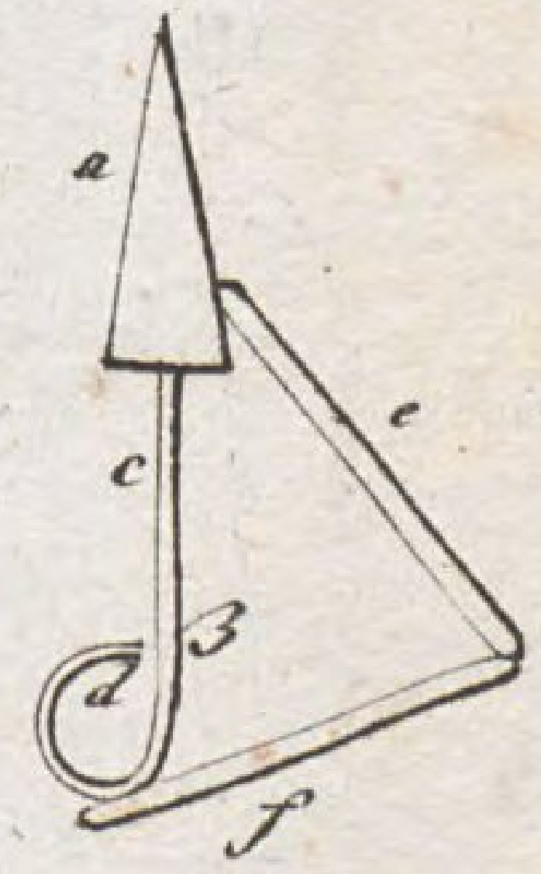
F. 65.


a
b
c
n
n
d
e
f
c
b

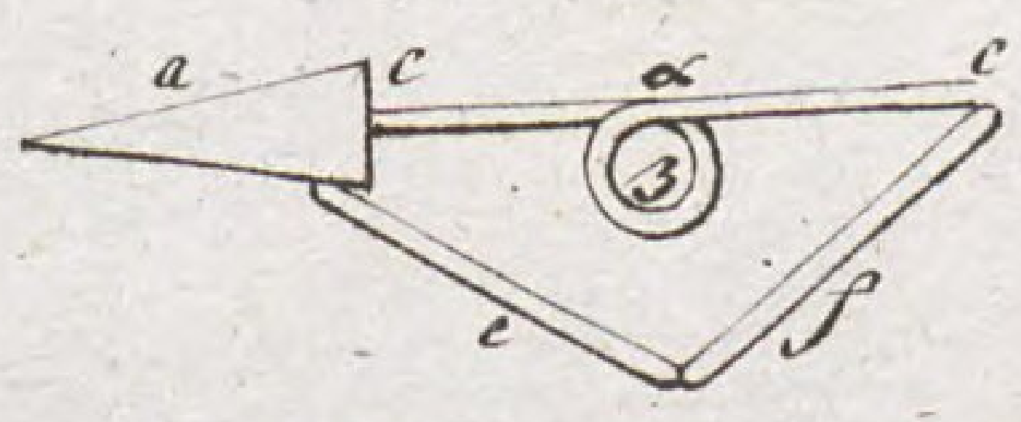
F. 66.


a
b
m
m
r
c
d
n
n
e
f

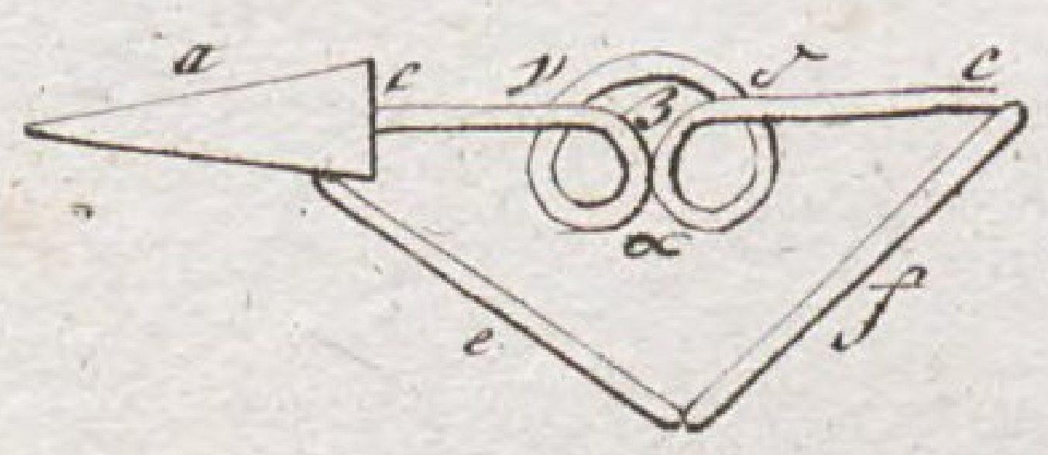
F. 67.



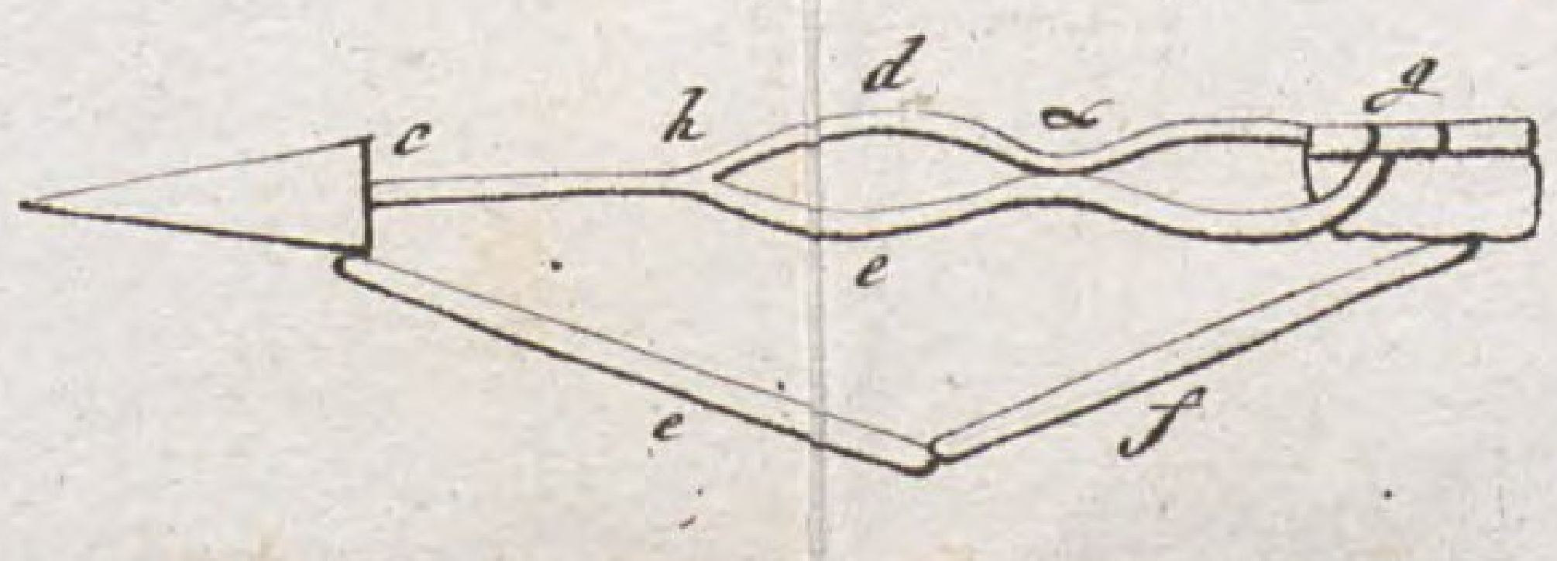
F. 68.



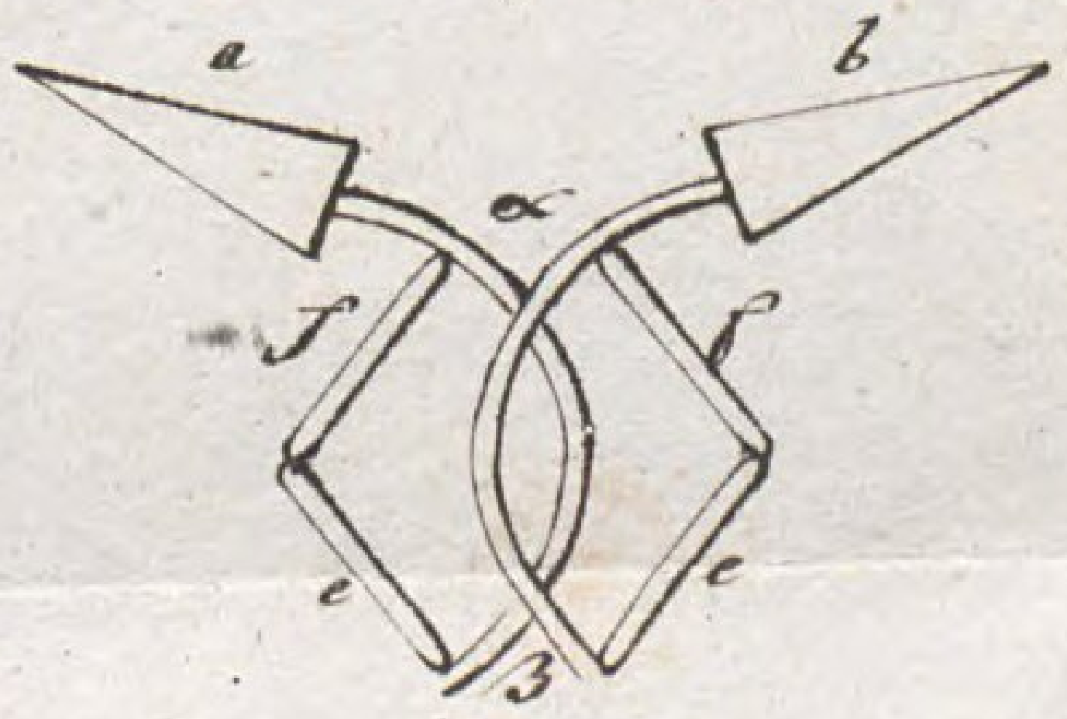
F. 69.



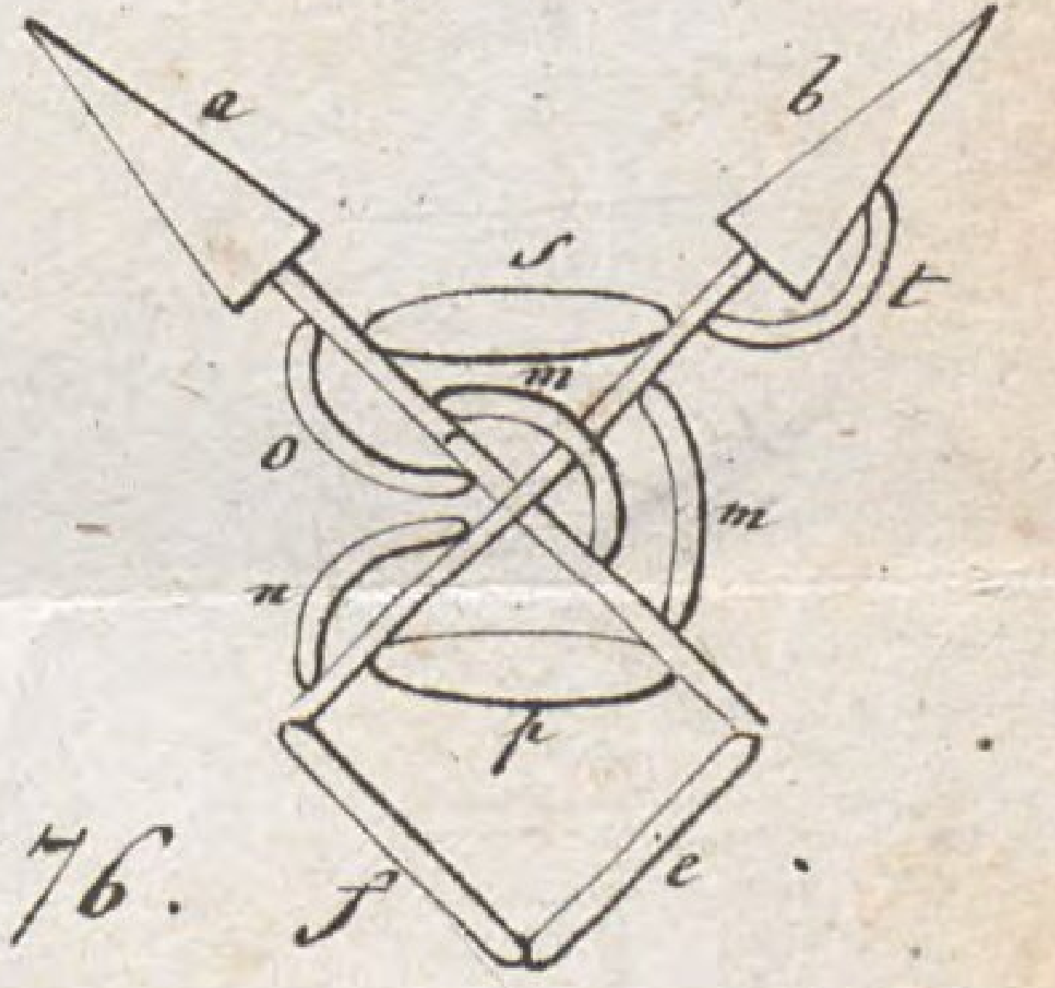
F. 70.



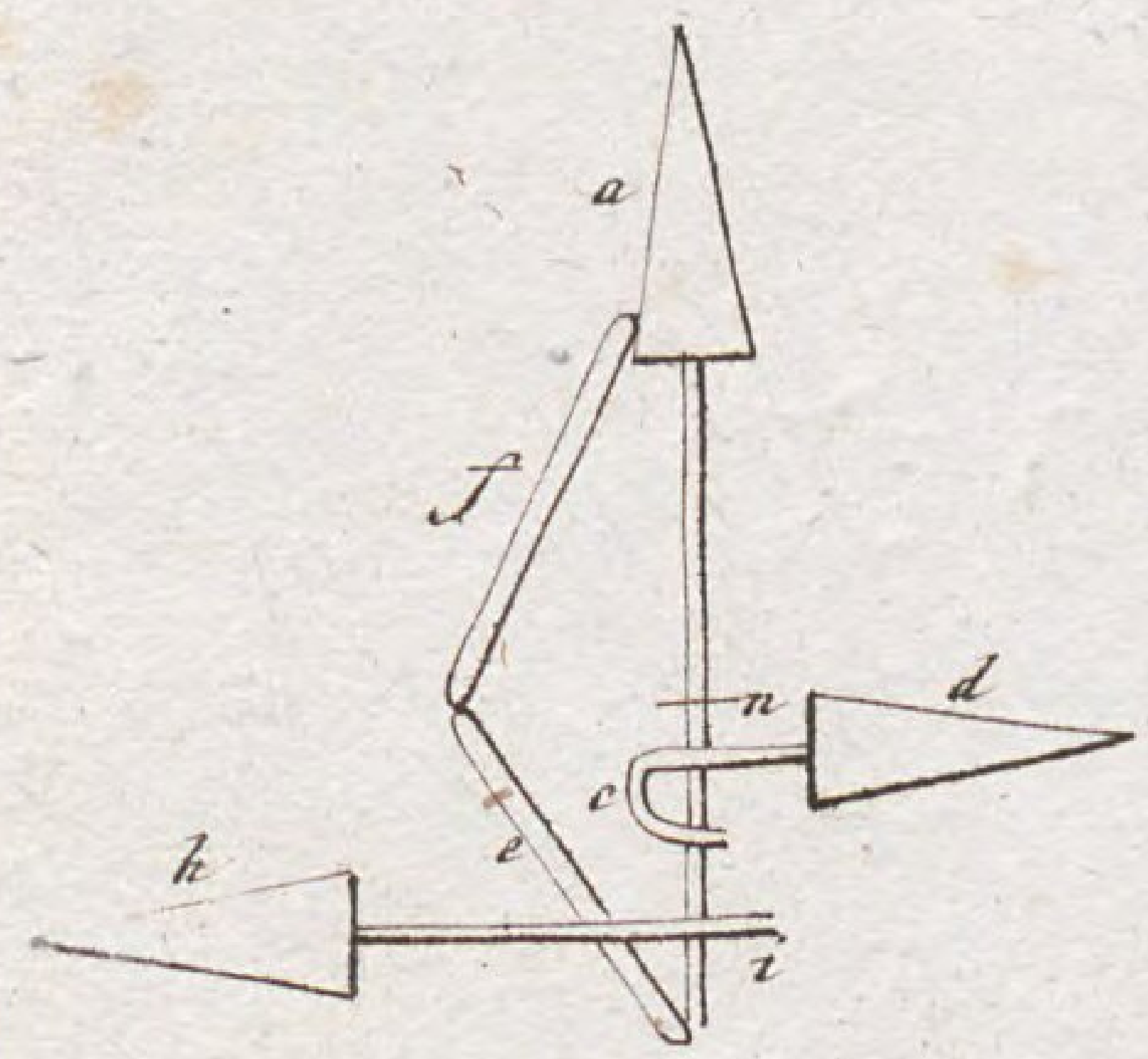
F. 71.



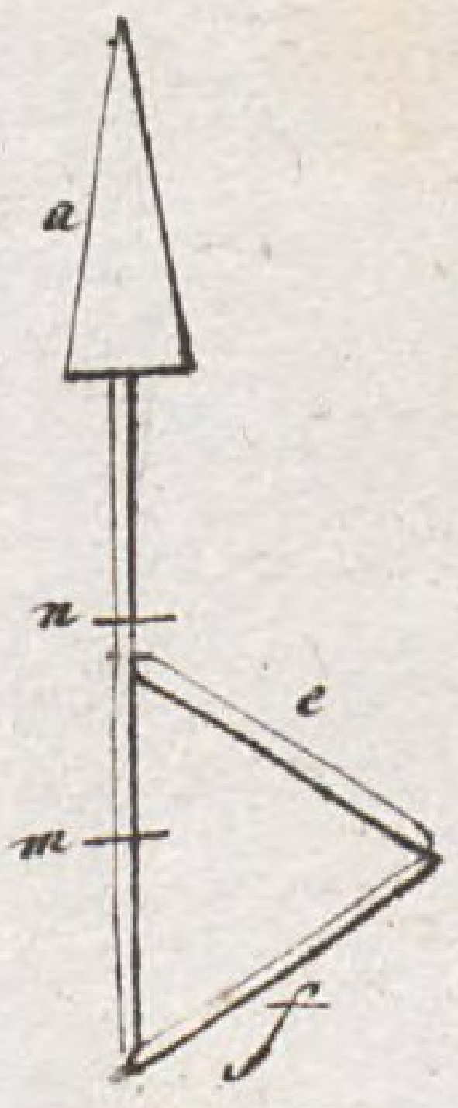
F. 72.


a
b
s
t
m
o
m
n
p
e
f

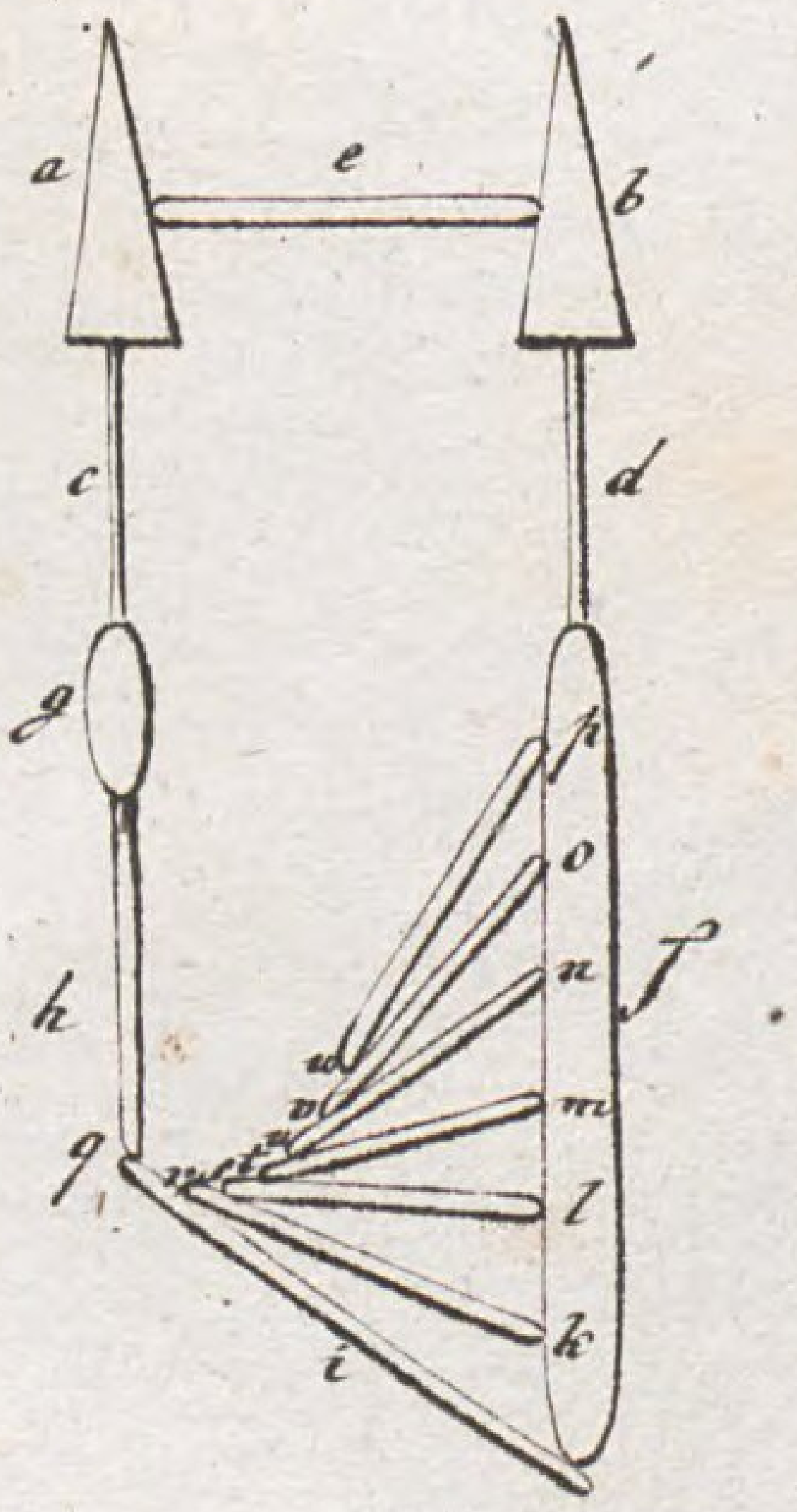
F. 73.



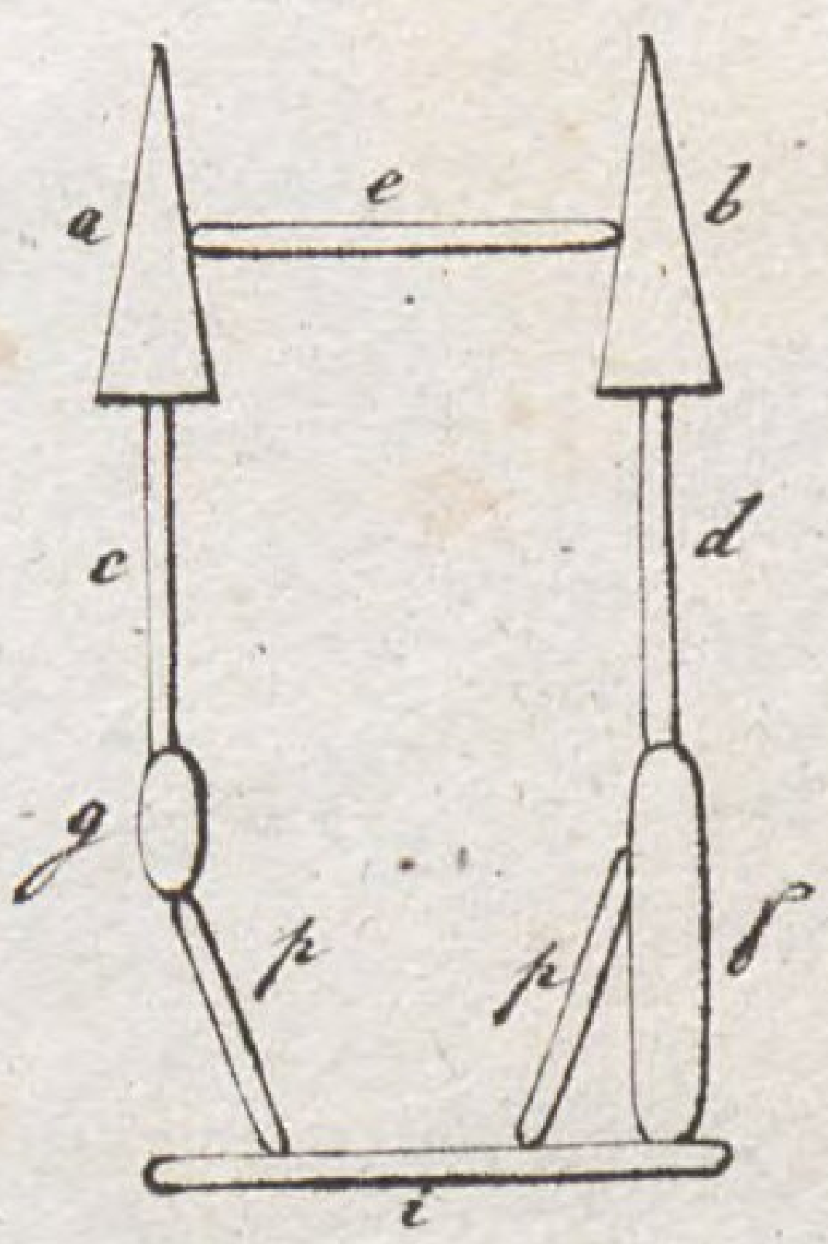
F. 74.



F. 75.


a
e
b
c
d
g
p
o
n
f
h
u
v
m
q
w
l
k
i

F. 76.


a
e
b
c
d
g
p
p
f
i

Verbesserungen.

Einleitung. p. XVII. Z. 13. l. bewirkten.
Inhaltsverzeichniß §. 19. l. neuere.
S. 21. Z. 23. l. statt g, g.
S. 35. Z. 7. statt C+ l. ±C.
S. 48. Z. 26. statt wofern l. wofür.
S. 50. Z. 8. — völlig l. völlig.
S. 51. Z. 27. statt Jornal l. Journal
S. 53. Z. 1. nach Kaltes l. zu der Säure der Auflösung
S. 56. Z. 1. statt Vermuthung l. Vermuthung.
S. 56. Z. 25. statt Luftsiebt l. Luftsieht.
S. 57. Z. 3. statt geschlossen l. geschlossen.
S. 57. Z. 8. — durch l. durch.
S. 57. Z. 15 — zu l. zu.
S. 58. Z. 25 — specifische l. specifische.
S. 66. Z. 18 — ist l. ist.
S. 73. Z. 13 — und l. und.
S. 95. Z. 20. — erhält l. verhält.
S. 100. Z. 11. — stehende l. stehenden.
S. 114. Z. 25. — wenigstens l. wenigstens.
S. 128. Z. 32. — $\overset{von}{\text{von}}$ l. und $\overset{von}{\text{von}}$.
S. 130. Z. 20. — sehen l. stehen.
S. 145. Z. 13 — entstanden l. entstanden
S. 145. Z. 31. streiche weg (die Ziffer).
S. 146. Z. 25. l. der Repräsentant.
S. 147. Z. 6 statt Zinn + l. Zink +.
S. 162. Z. 20. l. in Trägheit.
S. 163. Z. 16. statt Theilen l. Theile.
S. 171. Z. 7. lies aller organischen Systeme.
S. 173. Z. 16 l. elektrische.
S. 173. Z. 20. statt der l. des

S. 173. Z. 20. statt der l. der.
S. 147. Z. 24. — a linken l. b rechten.
~~S. 173. Z. 11. l. st. [illegible]~~
S. 12. Z. 6. nach u. s. w. setze ein ; .
S. 158. Z. 14. statt Sehen l. ſehen.
S. 48. Z. 7. statt ihn l. ihm.
S. 41. Z. 29. nach u. s. w. setze ein ; .
S. XV. Z. 17. st. derselben l. denselben.
S. 145. Z. 11. st. anders l. andern.
S. 160. Z. 21. st. dem l. den.
S. 163. Z. 6. st nichts l. nicht.
S. 166. Z. 17. st. gereinigt l. gereizt
S. XVI. Z. 17. st. unter l. unter.
S. 172. Z. 15 st. For- l. Formel.
S. 172. Z. 16. n. Galvanismus setze ein ; .
S. 169. Z. 2. st. aufgenommen l. aufgenommen.
~~S. 163. Z. 6. st. nicht l. nicht.~~
S. 116. Z. 13. st. aufgestellten l. aufzustellen.
S. 140. Z. 23. st. durchsilbert l. durchsilbern.
S. 164. Z. 28. l. beschleunigt st. beschleunigt.
S. 5. Z. 19 st. zu l. zu.
S. 153. Z. 27. st. thätig l. thätig".
S. 9. Z. 4. st. innere l. inneren.
S. 9. Z. 20 streiche weg: muſs.
S. 12. Z. 29. st. Versuche l. Versuchen.
S. 14. Z. 19. st. Muskeln l. Muskeln.
S. 15. Z. 27. st. bloſsen l. bloſsem.
S. 20. Z. 20. st und l. und.
S. 25. Z. 8. st anzusehen l. anzusehen.
S. 32. Z. 30 nach ersten setze ein ; .
S. 34. Z. 4 st. Band l. Band!
S. 35. Z. 1. nach Elektricität setze ein ; .
S. 38. Z. 22 st. Gesetz l. Gesetz.
S. 38. Z. 23. st. für l. für.

S. 51. Z. 9. st. wolltun l. wollten.
S. 52. Z. 23. st. andrern l. andern.
S. 52. Z. 24. st. auch l. aůch.
S. 52. Z. 28. st. Gerad l. Gerad
S. 54. Z. 32. st. mit l. mit.
S. 57. Z. 12. st. Fig 37. l. Fig. 37.
S. 57. Z. 22. st. oder l. aber.
S. 63. Z. 27. st. derselben. l. derselben,.
S. 64. Z. 14. st. und l. ůnd.
Fig. 53. st. A B l. A b A.
S. 73. Z. 16. st. Körperf l. Körpern.
S. 96. Z. 32. st. dieser l. dieser.
S. 97. Z. 2. st. einem l. einem.
S. 104. Z. 10. st. beträchtlich l. beträchtlich.
S. 110. Z. 17. nach Zeiten setze ein ;
S. 113. Z. 13. st. wiederlegen l. widerlegen.
S. 122. Z. 5. st. Gränzen l. Grenzen.
S. 122. Z. 10. st. gedachten l. gedachten.
S. 126. Z. 5. st. wenn l. wenn.
S. 134. Z. 14. st. Muskeln l. Muskeln
S. 138. Z. 15. st. zurückfuhren l. zurückführen.
S. 143. Z. 13. st. zugehörigen l. zugehörige.
S. 143. Z. 14. st. beyer l. über.
S. 144. Z. 30. st. nůr l. nur.
S. 144. Z. 31. st. Fruchtbarkeit l. Fruchtbarkeit
S. 83. Z. 20. st. Umständen l. Umständen.
S. 11. Z. 26. st. übrigen l. übrigen.
S. 32. Z. 9. st. Fig l. Fig.
S. 12. Z. 15. st und l. ůnd.
S. XV. Seitenzahl st. XIII l. XV. (nur in einigen Exempl.)
S. 137. Z. 9. st. voraussetzen l. Voraussetzen.
S. 11. Z. 18. st. Verbindung l. Verbindungen.
S. 12. Z. 15. st. sogenannte l. sogenannt

Buchbinderei
R. Wawrzyniak

Buchbinderei
R. Wawrzyniak

Ritter, Johann Wilhelm,

Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess in dem Thierreich begleite Nebst neuen Versuchen und Bemerkungen über den Galvanismus

Weimar 1798

Anat. 361
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369271-8
VD18 11363940